



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



MASTER ARTES VISUALES Y MULTIMEDIA
Universitat Politècnica de València
TRABAJO FINAL DE MÁSTER

METAESPACIOS:
RECODIFICACIÓN DE ESPACIOS RURALES
EN RIESGO DE DESPOBLACIÓN.
ANÁLISIS DE CASOS

PRESENTADO POR FERNANDO ASENSIO MUÑOZ
TUTORA: MARÍA JOSÉ MARTÍNEZ DE PISÓN RAMÓN

VALENCIA JULIO DE 2020

Me gustaría agradecer este trabajo a todos los integrantes del Master de Artes Visuales y Multimedia, la dedicación y el cariño que he podido disfrutar y percibir estos 2 años han cambiado mi manera de entender el mundo.

Me gustaría devolver a mi familia, en especial a mis padres y a mi hermana, los 29 años de apoyo emocional y económico, sin vosotros este trabajo no valdría nada.

Me gustaría regalarle este trabajo a mi abuela quien como tantas otras no pudo estudiar en la universidad. ¿Qué más nos hubieras enseñado si además de labradora, pastora y madre, tuvieras un grado universitario? El 15 de Julio de 2020 cumplió 85 años.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.TYPE_I.....	8
1.1. MOTIVACIÓN	8
1.1.1. <i>Lo de dentro</i>	8
1.1.2. <i>Lo de fuera</i>	9
1.2. OBJETIVOS	10
1.2.1. <i>Objetivos generales</i>	10
1.2.2. <i>Objetivos particulares</i>	11
1.3. METODOLOGIA Y ESTRUCTURA	11
1.3.1. <i>Investigación audiovisual: Práctica e intuitiva</i>	12
1.3.2. <i>Metaproceso: Proceso falsamente analítico-inductivo</i>	12
1.3.3. <i>Cartografía de un espacio vacío.</i>	12
1.4. ADVERTENCIAS, CUESTIONES GENERALES, HIPÓTESIS GENERALES Y POSTULADOS	14
2. MARCO TEÓRICO_REFERENCIAL.TYPE_II.....	16
2.1. SISTEMA DE COORDENADAS	16
2.1.1. <i>Información, Dimensiones y Tensores</i>	16
2.2. LOS VÉRTICES.....	17
2.2.1. <i>Despoblación</i>	17
2.2.2. <i>Arte</i>	24
2.2.3. <i>Inteligencia Artificial</i>	26
2.2.4. <i>Metaespacio</i>	34
2.3. LAS ARISTAS	36
2.3.1. <i>Tecnomarginación</i>	36
2.3.2. <i>Datificación</i>	39
2.3.3. <i>Autopoiesis</i>	40
2.3.4. <i>ER=EPR</i>	42
2.3.5. <i>Cyborgs</i>	43
2.3.6. <i>Muerte</i>	45
2.4. VISUALIZANDO EL MARCO TEÓRICO-REFERENCIAL	47
2.4.1. <i>Graphcommons</i>	48
2.4.2. <i>Image t-SNE viewer</i>	51
3. PRÁCTICA ARTÍSTICA.TYPE_III	56
3.1. DESCRIPCIÓN	56
3.2. CUADERNO DE BITÁCORA.....	57
3.2.1. <i>Brazo robótico Thor</i>	57
3.2.2. <i>Entrevistas, prácticas IA y contenido audiovisual</i>	62
3.2.3. <i>Escultura</i>	72
3.2.4. <i>Interactividad</i>	77
3.3. INSTALACIÓN	83
3.3.1. <i>DESCRIPCIÓN</i>	83

3.3.2.	<i>TECH RAIDER</i>	85
3.3.3	<i>INSTRUCCIONES DE MONTAJE – DESMONTAJE</i>	85
4.	CONCLUSIONES.TYPE_IV	88
5.	ANEXOS, BIBLIOGRAFIA Y FIGURAS.	90
5.1.	ÍNDICE DE FIGURAS.....	90
5.2.	BIBLIOGRAFÍA	94
5.3.	ANEXOS.....	100

NOTA: En los anexos podemos encontrar archivos complementarios y enlaces de descarga para ampliar la información de este trabajo. Aunque se cita en el apartado 3, se puede ver un video-resumen de este trabajo en el siguiente enlace:
<https://youtu.be/wijj0EJSyks>

RESUMEN.

Este proyecto de investigación en práctica artística se inserta en las líneas de investigación del máster: Prototipado y Fabricación Electrónica, y Activismo e Interfaces Críticas. Su objetivo principal es explorar algunas de las posibilidades de la tecnología de inteligencia artificial y el machine learning (IA y ML de aquí en adelante) aplicada al campo del Arte de los nuevos medios, para representar el small data (Ortiz 2018) que queda como remanente en las zonas rurales en riesgo de despoblación y los entornos naturales que las rodean. El proyecto se concreta en una escultura robótica interactiva. Este trabajo también forma parte del primer año de los estudios de doctorado, por lo que en esta memoria se expondrá un primer caso de estudio (caso II) de la siguiente serie de 5 que serán abordados durante la investigación de dicha tesis:

- Caso I: Zona deshabitadas.
- Caso II: Zona en riesgo de despoblación.
- Caso III: Pueblo de colonización
- Caso IV: Espacio natural
- Caso V: Zona rural fuera de España

El desarrollo de la instalación busca establecer una relación emocional con los datos que desaparecen de las áreas rurales en riesgo de despoblación (caso II) representadas en este caso por la localidad de Pozuel del Campo (Teruel). Para ello se realizará un proceso de datificación del objeto de estudio consistente en una serie de entrevistas a una de sus exiliadas, Angeles Gregorio, además de una investigación audiovisual de campo. La instalación interactiva girará en torno a una escultura robótica. La interactividad de esta instalación estará configurada mediante técnicas de M.L. y el entorno audiovisual de la obra será generado, en parte, con herramientas I.A., a partir de los datos de campo recopilados en distintos lenguajes de codificación, resultando de este proceso de reflexión y práctica documentada, las bases de un nuevo espacio de hibridación entre individuos, colectivos y tecnología.

Palabras claves: DESPOBLACIÓN, RECODIFICACIÓN, INTELIGENCIA ARTIFICIAL, MACHINE LEARNING, SMALL DATA.

ABSTRACT.

The overall aim of this research project in artistic practice, is inserted in the research lines of this master degree, Prototyping and Electronic Manufacturing, and Activism and Critical Interfaces. Thus, it will try to explore some of the possibilities of artificial intelligence technology and machine learning (AI and ML from now on) applied to the field of New Media Art, to represent the small data (Ortiz 2018) that remains as a remnant in the rural areas at risk of depopulation and its natural surroundings. The project materializes into an interactive robotic sculpture. This work is also part of the first year of doctoral studies, so this master thesis will present a first case study (case II) of the following series of 5 that will be addressed during the research of said thesis:

- Case I: Uninhabited area.
- Case II: Zone at risk of depopulation.
- Case III: Colonization town
- Case IV: Natural space
- Case V: Rural area outside of Spain

The development of the installation seeks to establish an emotional relationship with the data that disappear from rural areas at risk of depopulation (case II) represented in this case by the location of Pozuel del Campo (Teruel). For this, a datification process of the object of study is carried out consisting of a series of interviews with one of his exiles, Angeles Gregorio, in addition to an audiovisual field investigation. The interactive installation will be about a robotic sculpture. The interactivity of this installation will be configured using ML and the audiovisual environment of the work will be generated, partially, with AI tools, from the data field collected in different coding languages, resulting from this process of reflection and documented practice, the foundations of a new space of hybridization between individuals, groups and technology.

Key words: DEPOBLATION, RECODIFICATION, ARTIFICIAL INTELLIGENCE, MACHINE LEARNING, SMALL DATA.

1. INTRODUCCIÓN.TYPE_I

Este Trabajo Final del Máster en Artes Visuales y Multimedia ha sido desarrollado en la Facultad de Bellas Artes de la Universitat Politècnica de Valencia, tutorizado por María José Martínez de Pisón y co-tutorizado de manera no oficial por alumnos, profesores y técnicos que han formado parte del máster en el periodo 2018-2020. En él se registra un proceso de investigación centrado en el campo del Arte de los Nuevos Medios y la Inteligencia Artificial, se inserta en las líneas de investigación del máster de Prototipado y Fabricación Electrónica, y Activismo e Interfaces Críticas. Se propone un reto técnico, la fabricación de una escultura robótica, y un contexto de investigación, Inteligencia Artificial en el campo del arte de los nuevos medios, los que a través del desarrollo procesual del Trabajo Final de Máster permitan crear una narrativa sobre la problemática de la despoblación. El título Metaespacios hace referencia al desarrollo práctico de la investigación teórica. Este trabajo trata en todo momento de jugar con un lenguaje usurpado del contexto científico o filosófico original, y usado en este trabajo para generar tensión narrativa. Al mismo tiempo aborda determinados temas imitando las prácticas científicas, como pudiera ser el análisis cuantitativo y cualitativo de la información vectorial, que resulta *per se* en una técnica de producción e investigación artística. Los límites de la investigación académica se concretan en la recopilación de casos, la contextualización de la problemática y el registro del proceso técnico. Todo aquello que exceda dichos límites pero que se encuentre registrado en este Trabajo Final de Máster formará parte de la Narrativa

Se dividen los capítulos de menor a mayor complejidad como hiciera Arend Hintze en su artículo sobre los tipos de Inteligencia Artificial (Hintze 2016). En este caso la introducción equivaldría al Tipo I: Sistemas en los que hay una percepción directa del mundo y una respuesta reactiva a dicha percepción.

1.1. MOTIVACIÓN

1.1.1. *Lo de dentro*

Este trabajo se enfoca como una oportunidad dentro del espacio de trabajo universitario, con todos los matices, la universidad pública representa el centro neurálgico de conocimiento y progreso de la sociedad democrática, un oasis y al mismo tiempo un espejismo. Poder compartir conocimiento en un ambiente internacional, con distintos y ricos perfiles formativos, es prácticamente una paradoja en un mundo

convulso, frenético y productivista. Se espera que el trabajo contenga contradicciones propias de una investigación a caballo entre lo teórico y lo aplicado.

1.1.2. *Lo de fuera*

En España, considerando el contexto europeo, el período comprendido entre 1940 y 1970 fue especialmente difícil en las zonas rurales. Mientras que las infraestructuras se fueron recuperando en las principales ciudades, después de la guerra civil española, las áreas rurales fueron devastadas por el hambre y el analfabetismo. Esta brecha de infraestructuras junto con la falta, y las condiciones, de trabajo en las zonas rurales, provocó el éxodo rural (Slomp 2004) La defunción de los últimos “ciudadanos nacidos sin tecnología” restantes del siglo anterior (Pérez 2017) supone la desaparición de los testigos de este proceso socio-tecnológico.

Figura 1: Infografía sobre localización de Pozuel del Campo. Elaboración propia



El trabajo comienza desde el contexto personal, tomando como sujeto participante del Caso II a mi abuela, Angeles Gregorio (sin acento esdrújulo debido a la fonética particular con acentuación llana del nombre), y el pueblo donde nació y vivió, Pozuel del Campo, Teruel (ver Fig.1). La participante tuvo que vivir el éxodo rural junto con otros muchos, debido a la falta de condiciones que sufrían las zonas rurales a mediados de los años 70. Como se recoge en las entrevistas que se presentan en esta memoria, la vida en el pueblo implicaba participar en las labores de trabajo, generalmente relacionadas con la agricultura y la ganadería desde edades muy tempranas 8-9 años, afrontando las duras condiciones climáticas de la comarca del Jiloca. Además, los servicios

médicos estaban localizados en las capitales de comarca, y por supuesto el sistema educativo no contemplaba la educación superior. En definitiva, con 1 hijo y 2 hijas a punto de cursar estudios superiores decidieron trasladar el núcleo familiar a Zaragoza.

Partiendo de esa situación las primeras cuestiones que se plantea esta investigación son: ¿Se hubiera dado el éxodo rural si el pueblo contara con servicios similares a los que contaba Zaragoza? ¿Cómo les afectó la falta de desarrollo tecnológico de la época? ¿Cómo podemos incorporar el conocimiento y las vivencias de estos nativos analógicos a la experiencia tecnológica actual? ¿Quieren los nativos analógicos participar de este proceso?

El trabajo dirigirá también el enfoque hacia las nuevas tecnologías de procesamiento de datos para analizar críticamente cómo son utilizadas por las empresas y los gobiernos para influir en la conducta de los individuos (Monleon-Getino 2016). Sin embargo, podemos encontrar en los márgenes de las sociedades urbanas, los entornos naturales y rurales, un ejemplo que se escapa a algunos de los procesos de datificación que venimos sufriendo en las grandes urbes. Al mismo tiempo y en los casos más extremos, la diferencia tecnológica, entre otras causas, ha provocado la despoblación de estas zonas rurales, constituyendo esta merma de individuos-datos la desaparición de formas de vida, tradiciones, costumbres, en definitiva, sociedades que en un momento dado fueron auto-suficientes.

1.2. OBJETIVOS

Con el fin de organizar el trabajo se proponen objetivos generales (A,B,C,D,E,F) y estos a su vez se desglosan en objetivos particulares (A1, A2, etc). Estos objetivos están enmarcados en la investigación de doctorado por lo que Trabajo Final de Máster se centra en el desarrollo de los subapartados A.1, A.2, B.2, B.3, C.2, C.3, D.1, D.2, E.1, F.1 durante la práctica y la investigación realizada para el Caso II.

1.2.1. Objetivos generales

A. Realizar una investigación sobre la problemática de la despoblación y el entorno rural.

B. Realizar una investigación técnica sobre las herramientas de inteligencia artificial y machine learning aplicadas al arte de los nuevos medios.

C. Realizar cursos de formación que fomenten el intercambio de conocimiento y enriquezca el contenido de todo el TFM.

D. Realizar una serie de prácticas artísticas críticas que aborden la problemática y le den visibilidad.

E. Sintetizar la información y compartir el conocimiento desarrollado en esta investigación en alguna plataforma online.

F. Usar la ficción narrativa a lo largo de la tesis en contraste con los elementos de investigación académica contenidos en la misma.

1.2.2. Objetivos particulares

A.1 Visitar algunas de las áreas afectadas por el fenómeno de la despoblación y crear un registro audiovisual de dichas visitas.

A.2 Realizar una serie de entrevistas a alguno de los afectados por dicho fenómeno.

B.1 Visualizar las reflexiones derivadas de la investigación haciendo uso de herramientas de inteligencia artificial y machine learning.

B.2 Explorar algunas de las posibilidades del machine learning en la creación de interfaces.

B.3 Explorar algunas de las posibilidades de la I.A en los procesos de datificación, decodificación y recodificación, en el contexto artístico.

C.1 Realizar una serie de talleres de práctica artística en los casos:

- Caso I: Zona deshabitadas.

- Caso II: Zona en riesgo de despoblación.

C.2 Participar en workshops formativos sobre los temas abordados.

C.3 Participar en exhibiciones y congresos para compartir y ampliar la investigación.

D.1 Recopilar evidencias audiovisuales del problema de la despoblación.

D.2 Realizar una serie de instalaciones interactivas a modo de síntesis de las investigaciones de campo.

E.1 Generar un archivo interactivo sobre los temas abordados.

1.3. METODOLOGIA Y ESTRUCTURA

Se alternan investigación teórica y práctica de manera que se retroalimentan. Las sesiones de trabajo se organizan por objetivos y se establecen las siguientes tipologías:

- a. Recopilación y síntesis de datos: Entrevistas, grabaciones, textos.
- b. Conocimiento teórico-práctico previo y práctica experimental en base a datos recogidos (Método analítico-inductivo).

- c. Desconocimiento teórico-práctico en torno a datos recogidos y objetivos (Método deductivo).

La investigación teórica ha sido contenida en dos herramientas de visualización desarrolladas en el apartado 2.4., pág. 47 de este trabajo.

1.3.1. Investigación audiovisual: Práctica e intuitiva

Las fuentes que nutren este trabajo tienen un marcado carácter audiovisual, en cuanto a que, videos, conferencias, tutoriales, películas, documentales, canciones, páginas web o redes sociales han tenido una influencia mucho mayor en volumen de información que artículos o libros. Esto hace que los mecanismos procesuales del trabajo cambien, tanto que adquieren valor factores como la estética, el discurso narrativo o la accesibilidad del contenido frente a la precisión y exactitud de las fuentes académicas. Los algoritmos de búsqueda de Youtube, Google o Instagram facilitan y condicionan el acceso a determinado tipo de contenido. Tal cantidad de fuentes inconcretas y al mismo tiempo tan accesibles condicionan la manera en la que se procesa el conocimiento primando muchas veces la puesta en práctica, y el ensayo-error. Los recursos digitales facilitan dicha experimentación.

1.3.2. Metaproceso: Proceso falsamente analítico-inductivo

Este trabajo toma como referencia en varias ocasiones hipótesis científicas, y trata de aplicar una metodología analítica-inductiva, además de incluir formalismos y vocabulario científico-técnico en los procesos descriptivos de las relaciones que se pueden dar a lo largo del proyecto. Pero esto intenta ser una crítica a la supremacía ontológica de la ciencia sobre el resto de saberes en el s. XXI, y a cómo otras ramas del conocimiento han tratado de replicar dicha práctica (Sokal y Bricmont 1999). No se cuestiona la capacidad de la ciencia de conseguir progreso material y técnico, sino el papel de esta en relación con la producción de veracidad y la influencia que esto tiene en otros ámbitos de la vida. Por eso este trabajo se centra en utilizar la capacidad narrativa e ilusoria de la ciencia.

Este contexto narrativo de ciencia-ficción deja totalmente fuera la búsqueda de veracidad, sin embargo, como el mapa de un tesoro imaginario, pretende establecer una narrativa que puede inspirar a otras personas a crear en su propia aventura.

1.3.3. Cartografía de un espacio vacío.

Dada la clara intención comunicativa del proyecto se ha tratado permanentemente de mapear los elementos clave. Así el trabajo de José Luis Brea, *Ornamento y Utopía*, analizando y ampliando la cartografía de Rosalind Krauss en el campo expandido de la escultura (Brea 1996), ha

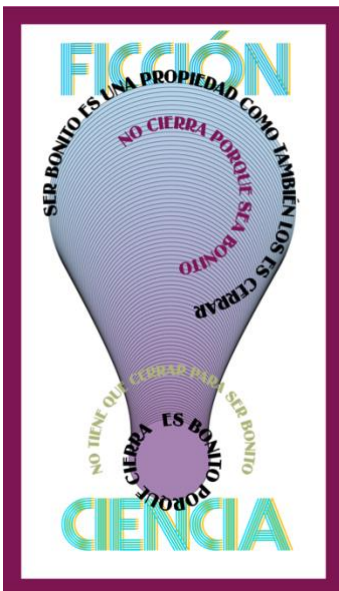


Figura 2: Inductivo bonito y cerrado. Elaboración propia.

sido fundamental y en él está basada la cartografía tridimensional de este proyecto que acoge tanto a la instalación que se ha realizado, como al sistema de generación y ordenamiento del marco teórico-referencial.

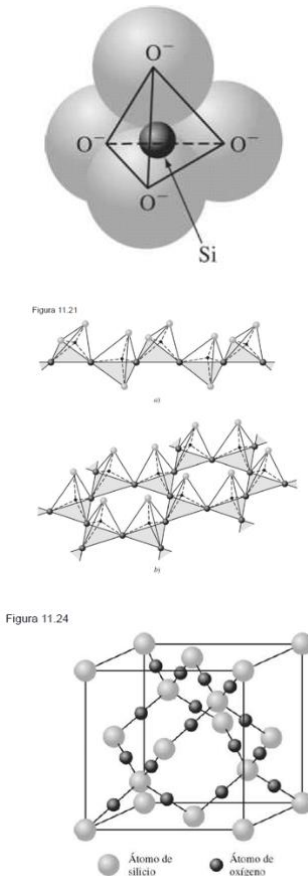


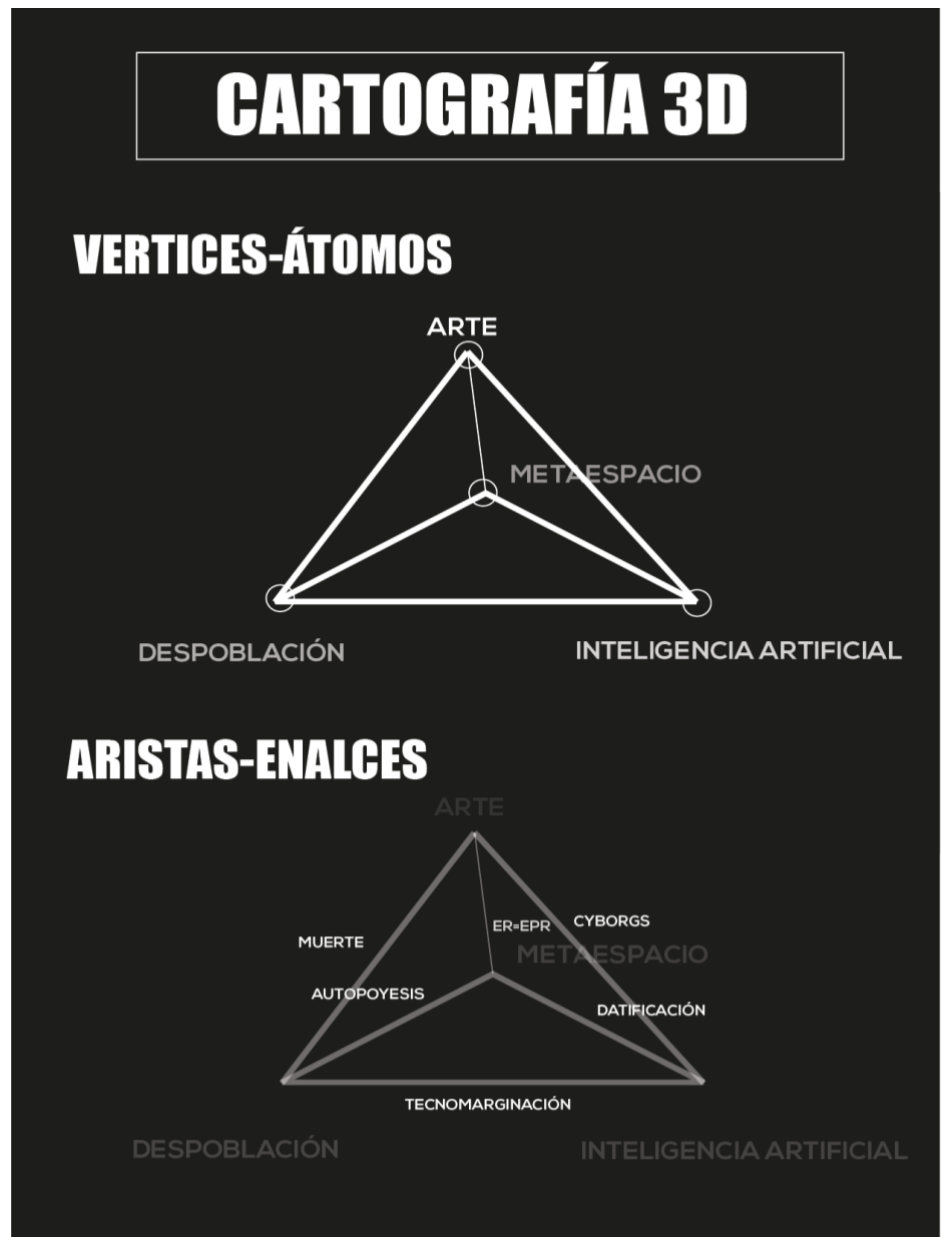
Figura 3: Estructura cristalina del silicio, Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales, Figuras 11.20, 11.21, y 11.24

Figura 4: José Luis Brea, *Ornamento y Utopía*, Cartografías del campo de la escultura años 80 y 90



El análisis y la búsqueda de relaciones, entre las aristas y los vértices de este esquema tridimensional que la constituyen, impulsa el surgimiento de nuevos nodos intersticiales que constituyen parte de la estructura atómica cristalina (ver Fig. 3) de un espacio inicialmente vacío, es decir, en el trabajo se establece un símil con los elementos estructurales de la materia cristalina, los átomos, sus enlaces, y su disposición en el espacio, y cómo esto afecta a las propiedades finales de la materia. Correspondientemente, la manera en la que se analizan las relaciones entre los cuatro nodos de este trabajo, descritos más adelante, afecta al resultado final del mismo, por ejemplo, no hubiera sido lo mismo proponer una disposición espacial en la que los elementos se encadenan consecutivamente y se les atribuye el mismo peso simbólico, formando una cadena. En este trabajo se establece un tetraedro (ver Fig.5) cuyos vértices son: Inteligencia Artificial, Despoblación, Arte y Metaespacios y se analizará la composición del mismo en el Marco Teórico-Referencial.

Figura 5: Cartografía
Metaespacios, inspirada en la
estructura atómica cristalina del
silicio. Elaboración propia.



1.4. ADVERTENCIAS, CUESTIONES GENERALES, HIPÓTESIS GENERALES Y POSTULADOS

Este Trabajo Final de Master es en gran medida subjetivo, nacido en un contexto socio-económico de incertidumbre, en un mundo acelerado y vertiginoso, trata de aproximarse a una problemática real, la despoblación. Para más inri durante el desarrollo del mismo ha surgido una pandemia denominada COVID-19 cuyo impacto a nivel social, sanitario, económico y político afectará de una manera u otra al desarrollo de este trabajo. Las siguientes cuestiones (C1,C2,C3,C4,C5) no son planteadas a modo de meta, sino que funcionan como motor

impulsor de la investigación navegando entre los vértices de la cartografía. Distingo entre proposiciones (P1,P2,P3,P4,P5) e hipótesis (H1 y H2), puesto que las primeras se darían en el contexto de un futuro distópico y este trabajo pretende simplemente representarlas a través de la instalación de una escultura robótica pero no refutarlas.

H1. ¿Los recursos narrativos de la ciencia ficción pueden ampliar la capacidad del discurso académico?

H2. ¿Expone el uso de herramientas de machine learning e Inteligencia Artificial las relaciones de poder en el ámbito de la tecnología y el entorno rural?

C1. ¿Cómo afectará la tecnología de IA a los procesos de aprendizaje y creación artística?

C2. ¿Cuál es la relación de los territorios despoblados con la 4ª Revolución Industrial?

¿Qué papel desempeña la ficción narrativa en la construcción de conocimiento?

C4. ¿Qué estructuras emanan y subyacen de la visión datificada de la realidad humano-tecnológica?

C5. ¿Qué posibilidades artísticas tiene el mundo rural para hacer frente a la despoblación?

P1. Se plantea un futuro distópico sin memoria, pero con registro.

P2. Abandono total del entorno rural como hábitat humano.

P3. La hyperoptimización de la especie humana y los biosistemas que permiten la incorporación de la tecnología a la biosfera.

P4. Establecimiento de una sinergia simbiótica entre la tecnología de I.A y el entorno rural.

2. MARCO TEÓRICO_REFERENCIAL.TYPE_II

Continuando con la analogía de Arend Hintze, este capítulo de la memoria correspondería con el tipo de máquinas de inteligencia artificial que pueden revisar las relaciones input-output que han ocurrido previamente y compararlas con la situación presente, máquinas tipo II de memoria limitada. El marco-teórico se define para este trabajo como un espacio que ha ido configurando su sentido a partir de inputs externos, es decir trabajos previos, que mediante agrupaciones espaciales y semánticas constituyen un sistema, a poder ser legible, de referentes que dotan de sentido al mismo.

2.1. SISTEMA DE COORDENADAS

El marco teórico-referencial ha sido concebido como una cartografía del proyecto constituida por 4 vértices (Despoblación, Arte, Inteligencia Artificial y Metaespacio) distribuidos en forma de tetraedro, siguiendo los pasos de José Luis Brea, como se citaba en el subepígrafe 1.4.3. Esta disposición espacial de los conceptos establece una relación de pesos entre los términos respecto a una serie de ejes de coordenadas, de manera que visualmente accedemos a relaciones que quizás de manera descriptiva no hubiéramos logrado comprender. El marco teórico-referencial pretende establecer una máquina capaz de viajar entre las distintas dimensiones que comprenden este trabajo, albergando la posibilidad de la existencia del mismo, una suerte de sonda interestelar que pudiera transitar el interior de un agujero negro como se propone en la película *Interstellar* (Nolan 2014).

2.1.1. Información, Dimensiones y Tensores

El marco teórico-referencial se ha estructurado comparando algunas nociones de topología matemática con las que se dan en la cartografía del ámbito artístico. Creamos entonces una analogía con los tensores matemáticos (Goicolea Ruigomez 2007) y establecemos paralelismos con la definición de dimensión que se da en la web <https://mathworld.wolfram.com/> (Weisstein s. f.) “*se considera dimensión al número de coordenadas necesarias para especificar un punto dentro de un objeto dado*”. En este sentido la obra *Layscapes. Cartografía crítica de la ciudad conectada*, ya recoge en su cartografía digital este concepto, (García García y Roig Segovia 2018) “*trazar una instantánea en una realidad constantemente cambiante, tamizando el paisaje digitalmente presentado para recomponer un agregado de multiplicidades, subjetividades plurales y conexiones. [...] a través de una matriz de nueve vectores que proporcionan un análisis que, sin dejar de ser sintético, constituye una neocartografía que retrata nuestra*

existencia”. En nuestro caso los vectores recogen la información relacional entre los referentes teóricos y prácticos con la instalación final. En este caso el objeto sería el tetraedro resultante de la cartografía digital tridimensional definido por unos vértices y aristas que desarrollaremos más adelante. Para situar los conceptos dentro de este objeto en relación con nuestra instalación se describen una serie de Tensores de orden 0. Así el conjunto de tensores de orden 0 asignados a una obra concreta conformaría un tensor de orden 1. Al tratar la información de este modo podemos realizar actualizaciones, visualizaciones, análisis, filtrado de datos in-situ etc., lo que permite dotar al trabajo teórico de un carácter dinámico, que a la vista de la velocidad a la que se genera la información en la época de internet, era un requisito indispensable para este trabajo.

2.2. LOS VÉRTICES

Los vértices de esta cartografía son los nodos alrededor de los cuales ha cristalizado todo el proyecto de investigación en práctica artística. Son conceptos muy generales que se definen dentro del proyecto al vincularlos con distintas obras y textos que han servido de inspiración y base teórico-referencial para el desarrollo de la instalación. La relación del investigador con estos es emocional y por lo tanto subjetiva. La cartografía pretende además explicar de alguna manera esa relación desarrollada durante el proceso de investigación.

2.2.1. Despoblación

Algunos de los participantes de las entrevistas que se llevan acabo en la investigación crecieron en lo que después formaría parte de la « España Vacía» (Lenoir 2020) y se vieron forzados al exilio del campo a la ciudad, dejando a tras hambre, analfabetismo y enfermedades, pero también familia, un modo de vida, una comunidad y unos ideales por los que tanto habían luchado y padecido. Pasaron de habitar y trabajar en los márgenes del progreso científico-técnico a trabajar para el centro del desarrollo de este progreso, las universidades. Así este trabajo recoge quizás el testigo que dejaron estas personas, que anhelaban, de alguna manera, que sus descendientes pudieran llevar el progreso y el bienestar, que a ellos se les había negado, al lugar donde nacieron. Sin embargo, esta investigación se desarrolla gracias a un marco geopolítico que favorece la vida en las ciudades en detrimento del desarrollo rural y sus formas de vida, *«A pesar de que muchas constituciones de países europeos reivindican el derecho a la igualdad de acceso a servicios básicos para toda la población con independencia de su lugar de residencia, lo cierto es que la accesibilidad a los SelG se ve dificultada para los residentes de las áreas rurales por diversos problemas relacionados con: (i) una densidad de ocupación del territorio más baja; (ii) el predominio de asentamientos poblacionales*

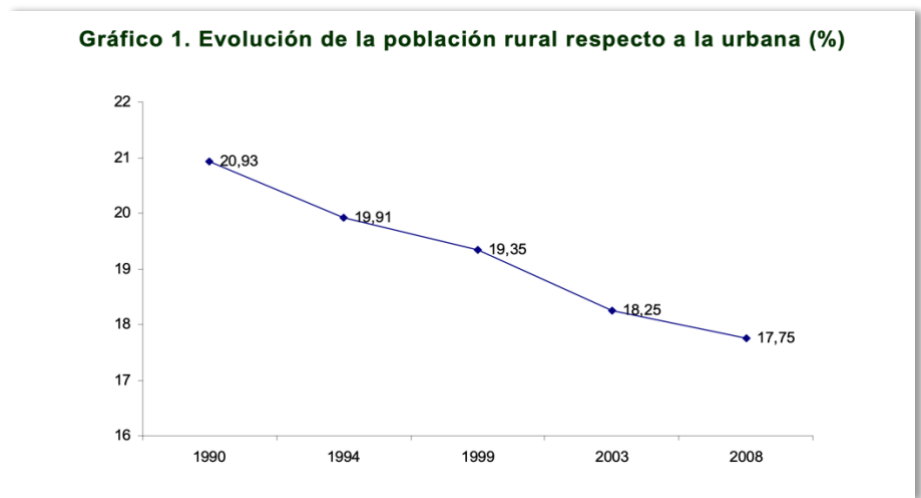
más pequeños y, con frecuencia, dispersos; (iii) el proceso de declive económico y demográfico en las zonas rurales menos accesibles; (iv) el rápido crecimiento y reorganización territorial en las áreas rurales accesibles; (v) el reducido tamaño de los mercados de trabajo locales, entre otros». (Noguera Tur y Ferrandis Martínez 2014) , siendo esta una inevitable contradicción de partida.

2.2.1.1. Medio Rural

Para entender el fenómeno de la despoblación hay que definir qué es el medio rural y qué modos de vida se vienen desarrollando en el mismo, para terminar apuntando las posibles causas que hayan favorecido este fenómeno.

Muchos trabajos que abordan el estudio sociológico de lo rural tienen en consideración la siguiente definición de B. Kayser, el espacio rural es *«un conjunto territorial cuyas decisiones se le escapan y en el que existe un modo particular de utilización del espacio y de la vida social, caracterizado, en primer lugar, por una densidad relativamente débil de habitantes y de construcciones, lo que determina un predominio de los paisajes vegetales; en segundo lugar por un uso económico del suelo con predominio agro-silvo-pastoril; en tercer lugar por un modo de vida de sus habitantes marcado por su pertenencia a colectividades de tamaño limitado, en los que existe un estrecho conocimiento personal y fuertes lazos sociales y por su relación particular con el espacio, que favorece un entendimiento directo y vivencial del medio ecológico y, finalmente, por una identidad y una representación específica, muy relacionada con la cultura campesina»* (Bernard 1989).

Figura 6: Gráfico 1. Evolución de la población rural respecto a la urbana (%). Extraído del INE.



Si bien el panorama rural ha evolucionado mucho desde 1990 (*Ver gráfico 1*) podemos recoger las tipologías que establecía Bernard Kayser en función de la actividad económica principal, densidad de población, o localización respecto a núcleos urbanos grandes:

Rural Profundo: Alrededor de un 70% de población activa agrícola y con un fuerte declive demográfico:

- Con pérdida de vitalidad.
- Conservando una agricultura activa.

Rural Semi-agrario: Población activa agraria superior al 50% y en declive demográfico:

- Agricultura rentable con grandes explotaciones.
- Agricultura pobre. Importancia del grupo de jubilados.
- Empleo industrial poco cualificado.

Rural en Transformación: Población activa agraria entre el 20 y el 35%:

- Residencias de trabajadores industriales cualificados.
- Periferia de cuencas industriales tradicionales.
- Periferia de cuencas industriales recientes.
- Con fuerte proporción de profesionales independientes y turismo.

Rural en Estancamiento: Población activa agraria entorno del 25 al 40%:

- Con procesos avanzados de paso de la agricultura a la industria.
- Cuenca industrial en fuerte declive.
- Polos de atracción rural.
- Viticultura y grandes explotaciones con jornaleros.

Rural Intermedio: Con una población activa agraria todavía importante entorno al 15%:

- Con fuerte proporción de inactivos y retirados.
- Cabeceras rurales con artesanado y comercio.

Así podemos enmarcar la localidad en la que se realiza parte de la investigación del caso de estudio II, Pozuel del Campo (Teruel), en la tipología *rural profundo* (Ver gráficas 2 y 3)

En el entorno rural profundo encontramos los siguientes tipos de núcleos familiares ordenados de menor a mayor presencia demográfica:

- Pareja interdependiente.
- Abuelos, pareja e hijos.
- Dependiente.
- Pareja e hijos.
- Soltero en edad de generar nuevos núcleos familiares.

Aunque en una localidad con tan pocos habitantes y de tan avanzada edad media, esto cambia de un año a otro. Dada la importancia del cuidado interfamiliar y el elevado número de dependientes, la falta de nuevas y jóvenes generaciones, representa el fin de la sostenibilidad de estos núcleos de población, puesto que los pocos residentes envejecidos dependientes terminan por migrar a núcleos de población donde puedan recibir los cuidados necesarios. En España se puede hacer un trazo de las causas de la despoblación, para ello se ha trabajado durante la investigación con el siguiente texto «La población rural de España. De los desequilibrios a la sostenibilidad social.», (Camero 2009) desde un análisis histórico, demográfico y con perspectiva de género estudia las causas de la despoblación en el entorno rural.

2.2.1.2. Éxodo Rural

El éxodo rural de los años 50-60 en España es consecuencia de un conjunto de factores socio-económicos y demográficos, y el principio de lo que hoy conocemos como el fenómeno de la despoblación (Ver Fig. 7)

Figura 7: Variación de la población española 1950-1981.
Extraído de la web. Wikimedia Commons

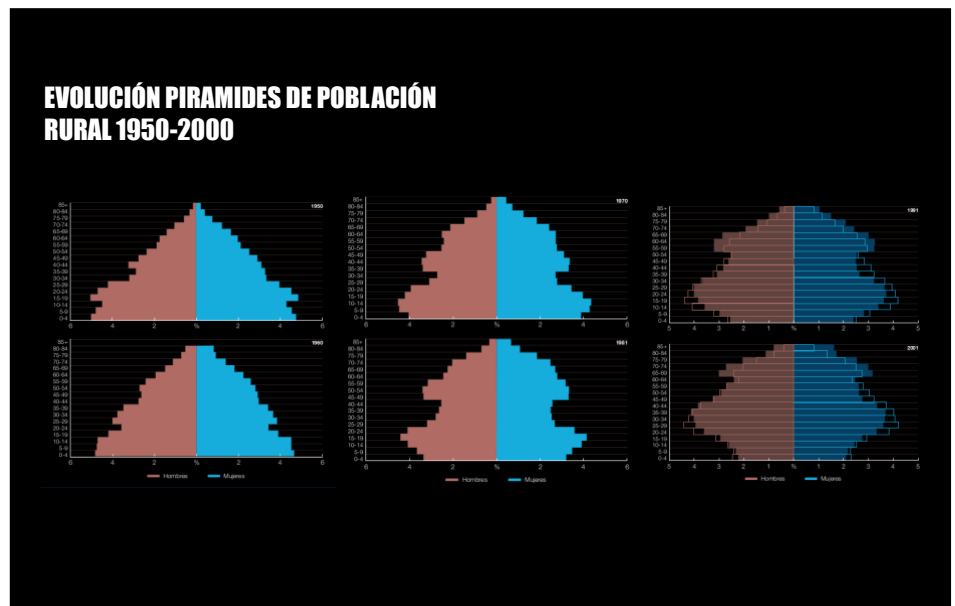


Aquellos que, en la época de posguerra entre 1955 y 1965, se encontraban en la edad de generar núcleos familiares nuevos y establecerse, comparten una serie de características demográficas:

- Mortalidad elevada en los recién nacidos en su fecha de nacimiento.
- Población de adultos mermada por la guerra

Los pocos nacidos entre 36-40 en el ámbito rural que formaron parte del éxodo conformaron la fuerza social y de trabajo de las ciudades que en los años 60 permitieron que estas se revitalizaran con esta generación joven activa rural. Sin embargo, esto influyó negativamente en el panorama rural doblemente, en tanto que la fuerza de trabajo desapareció, hundiendo la economía de estas zonas, pero también el tejido social se vio muy debilitado puesto que se vieron afectadas las redes de cuidado y la tasa de reposición, agudizando el fenómeno de la inversión de la pirámide poblacional (Ver Fig. 8).

Figura 8: Evolución de las pirámides de población rural entre 1950 y 2000. Extraído de informe.



Camero (2009) identifica un problema que ha hecho todavía la situación más grave y es la sobremigración de las mujeres del campo a la ciudad identificando los siguientes motivos y consecuencias:

MOTIVOS:

- Falta de empleo en el entorno para las mujeres en la época de crisis.
- Efecto llamada de trabajos especializados en la industria.
- En la época posterior, las generaciones consecutivas de mujeres se veían relegadas a las tareas de cuidado a pesar de tener una especialización mayor en nivel de estudios que sus congéneres. Además de la herencia de los varones de los bienes materiales relacionados con la economía agropecuaria.

- Falta de condiciones laborales generales.

CONSECUENCIAS:

Dado que quedaron más varones que mujeres, se rompen las dinámicas de cuidado interfamiliares, las comunidades se ven cada vez más aisladas, la economía acaba muriendo. El sector terciario, hacia el que se encaminaba la economía del país, no se llegó a establecer nunca en las áreas rurales. La ausencia de nacimientos y de la economía propia relacionada con los cuidados ralentizó el proceso de tercerización del sector productivo en el ámbito rural. La crisis agropecuaria relacionada con el desarrollismo industrial terminó de destruir la economía y el tejido social de estas comunidades.

2.2.1.3. Contexto Europeo

Cabe enmarcar todo este proceso en el contexto europeo de posguerra puesto que un factor socio-económico relevante en el entorno rural fue la política Agraria Comunitaria (PAC). Como se puede encontrar

en la página del Ministerio de agricultura, pesca y alimentación de España *«La PAC nace en el entorno económico de escasez alimentaria tras la Segunda Guerra Mundial. Este hecho justifica el establecimiento de una política intervencionista y productivista con el fin de abastecer a la sociedad de alimentos a unos precios asequibles y que garantizaran un nivel de vida equitativo a la población agrícola. Por ello, la PAC se centró en el establecimiento de medidas dentro de su política de precios y mercados. Dichas medidas dieron sus frutos a lo largo de las siguientes décadas de tal manera que la situación comunitaria se tornó de una situación deficitaria a otra excedentaria»*. (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación s.f.). Esta política intervencionista ha tenido resultados desiguales a nivel local e internacional, algunas de las críticas que se le hacen señalan que la subvención a determinados cultivos ha favorecido la falta de diversificación, la aglutinación de los recursos por los grandes propietarios de cultivos intensivos y por consiguiente los problemas ecológicos derivados de los mismos. A nivel internacional se considera que ha podido afectar a otros países productores en vías de desarrollo puesto que les es mucho más difícil competir con los precios de esta actividad agrícola subvencionada.

Actualmente el PIB per cápita de estas regiones es muy inferior respecto a la media europea a pesar de representar casi el 50% del territorio y el 20% de la población total. Para ello, como se puede encontrar en la página web «Desarrollo rural» (Comisión Europea s.f.) se han desarrollado una serie de políticas de desarrollo rural como el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y el Fondo Social Europeo (FESE) complementando el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER).

2.2.1.4. Contexto local

Como se explica en el apartado de motivación de este trabajo, Angeles Gregorio junto con su marido fueron una de estas parejas que realizaron el éxodo rural. Este trabajo ha tratado a través de entrevistas acercarse al testimonio de ese proceso para darle voz en el presente por medio de una instalación artística y proyectar así las preguntas a futuro, esto se desarrolla en el apartado 3. Práctica Artística de este trabajo.

En la actualidad Pozuel del Campo (ver Fig. 9) cuenta con 65 habitantes, aunque puede llegar puntualmente a los 320 habitantes en periodos vacacionales, su actividad económica principal sigue siendo la agropecuaria y al contrario que en el resto de España la renta bruta media disminuye año tras año desde 2013.



Figura 9: Composición propia,
Secuencia fotografías Pozuel del
Campo.

2.2.2. Arte

Esta investigación se desarrolla en el ámbito del New Media Art o Arte de los Nuevos Medios por lo que la recopilación de obras que han servido de referencia proviene en su mayoría de este ámbito. También cabe destacar el importante papel de la ciencia-ficción, dado que forma parte de la cultura audiovisual de diseñadores o artistas, pero también de investigadores de otras áreas del conocimiento, y constituye una parte del relato común de lo “imposible-posible”. El conjunto de obras revisadas se recogen con la herramienta web de visualización de datos, Graph Commons, Map networks together (GraphCommons s. f.) revisada en el apartado 2.4 Visualizando el Marco Teórico-Referencial de este trabajo.

2.2.2.1. Ciencia-Ficción

De la ciencia-ficción destaca como hito a principios de siglo XIX las novelas que hablan de viajes en el tiempo como, *El Anacronopete* de Enrique Gaspar, con poco impacto cultural pero mucha relevancia por lo novedoso de sus ideas. Además, todas las obras de H.G Wells de esta misma época, o ya a finales de la primera mitad del siglo XX, la explosión de este género en revistas y novelas con autores como Isaac Asimov, Arthur C. Clarke o Philip K. Dick, quienes tratarían de forma novedosa el tema de la robótica y la inteligencia artificial. A finales de la segunda mitad del siglo XX, encontraremos adaptaciones al cine de numerosas obras y conceptos desarrolladas por estos autores, como sería la adaptación de *Do Androids Dream with electric sheep?* Por Ridley Scott en la película titulada *Blade Runner*. Así las novelas gráficas, los cómics y otros formatos también han sido participes de este crecimiento del género y aunque no siempre es la temática principal, se fantasea, idealiza y critica las posibilidades de la tecnología y lo humano. Las películas con mayor taquilla de los últimos años, como en la trilogía del universo Marvel, *The Avengers*, han recogido también el testigo de la ciencia-ficción y lo incorporan a sus narrativas. Como dice Nestor Luis Griffa “*las industrias culturales en tanto objeto de estudio, representan un tramo de la cultura ligado a la transmisión de valores simbólicos, a la configuración del imaginario y del cuerpo físico del hombre a través de una tecnología mecánico-reproductora o mediante sistemas informáticos digitales. Hablamos de cine, de televisión, de edición de música y de textos. Y en este concepto está implícito el cambio en la forma de producción del hombre fabricante y en sus formas sociales de vida. Es el traspaso de una sociedad industrial a una sociedad de la información*” (Moreno 2010). La capacidad de influencia de la industria cultural audiovisual sobre la sociedad de la información, citada por Griffa (Moreno 2010), tiene hoy unos límites cada vez más difusos en tanto que es difícil regular el continuo producción-consumo establecido en el mercado de la

información. Si acaso algunos agentes político-económicos intervienen en dicho mercado haciendo uso de las mismas herramientas, como ocurrió durante las elecciones presidenciales de 2016 en los Estados Unidos (Bovet y Makse 2019). Un claro ejemplo de cómo la representación de nuestras proyecciones del futuro influye en lo que le exigimos a la tecnología que se está produciendo hoy en día es la famosa batalla legal entre Samsung y Apple por el diseño de las tabletas gráficas, en esta Samsung acabó alegando que Apple pudo copiar el diseño de las tabletas mostradas en la película de ciencia-ficción dirigida por Stanley Kubrick y estrenada 40 años antes del pleito, el 3 de abril de 1968, *2001: Odisea en el espacio* (Potter 2011).

2.2.2.2. Arte de los Nuevos Medios

Una definición simple pero esclarecedora de qué es el Arte de los Nuevos Medios (ANM de aquí en adelante) la dan Sean Cubitt y Paul Thoman (2015) *“Media Art is the art form that uses the technologies that fundamentally change our societies.”* (La forma de arte que utiliza tecnologías que fundamentalmente cambian nuestras sociedades). Aunque quizás se adecue más una inversión de la misma que diría, *Arte de los Nuevos medios es la forma de arte que cambia nuestras sociedades a través del uso de la tecnología*. Especificando que no es en el artista o la obra donde reside el poder de transformación de la sociedad sino en la operación artística y el uso del lenguaje que permite la tecnología.

Para posicionar las distintas obras revisadas en el espacio tridimensional se generaron una serie de Tensores de orden 0 que atienden a algunas de las categorías del ANM y por otro lado se establecieron una segunda serie de Tensores de orden 0 que corresponden a descriptores de la instalación desarrollada en este trabajo (etiquetas).

Tensores orden 0 ANM:

Arte Interactivo, Escultura New Media, Sound Art, Hacktivismo, Mediaperformance, Instalación New Media, Net.Art, Fotomontaje Digital, Videoarte, Wearables, Cine Expandido, Data Art, Realidad Expandida, Ciencia-Ficción, Inteligencia Artificial.

Tensores orden 0 instalación:

Deep Learning, Inteligencia Artificial, Pintura, Sonido, Brazo Robótico, Transdisciplinar, Impresión 3D, Natural, Datificación, Video, Humano, Máquina, Universo, Machine Learning, Fotografía, Rural, Robot

Se establece así una red de autores y obras que dan soporte a la instalación, permitiendo durante el proceso de investigación ver que temas tenían más peso según el número y tipo de relaciones que se establecían entorno a unos u otros tensores, esto se explicará con más detalle en el subapartado 2.4.1 Graphcommons.

Si se tiene éxito se establecerá una red coherente de autores y obras que den soporte a la instalación.

2.2.2.3. Arte y despoblación

Hay un colectivo de artistas que cabe destacar en este trabajo por su relación con el medio rural, el colectivo INLAND, Campo Adentro:

“CAMPO ADENTRO es un proyecto sobre una organización de producción social y cultural y un agente de colaboración. Pretende confrontar varios problemas que se relacionan simultáneamente –la insostenibilidad ambiental, cultural y económica de un modelo en quiebra, tanto a escala global como individual– formulando herramientas teóricas de análisis crítico y aplicándolas en la práctica experimental. Se basa en la presunción de que el medio rural ofrece un espacio físico y cultural –territorio reclamable– para la generación de diversas formas de vida que difieren del modelo hegemónico.” (Inland s.f.)

El colectivo toma una posición claramente activa en el reclamo de los medios de vida del entorno rural, lo que en sí es una práctica contra la despoblación, en tanto que despoblación significa el final de estos medios. Además, lo hace desde una perspectiva endogámica como aspiran las políticas europeas al respecto, por lo que, aunque constituyen en muchas ocasiones una crítica radical al sistema centro-periferia, dan cuenta de la necesidad del cambio de este continuo. Este trabajo pretende recoger de alguna manera el testigo de lo que hace este colectivo, pero a modo de aproximación debido a las limitaciones temporales y materiales, además de la falta de experiencia.

2.2.3. Inteligencia Artificial

2.2.3.1. Introducción

Se han clasificado 4 tipologías de inteligencia artificial en función de la complejidad y profundidad de las tareas que pueden acometer. Esa clasificación tan generalista es más usada en el discurso y la narrativa en torno a esta área de investigación, que como una descripción de las distintas áreas de conocimiento que subyacen al concepto abstracto inteligencia artificial. Algunos autores prefieren el término inteligencia

computacional al de inteligencia artificial, “La metodología de la inteligencia computacional es diseñar, construir y experimentar con sistemas computacionales que desarrollan tareas normalmente reconocidas como inteligentes” (Poole, Macworth, y Goebel 1998). Se trata de evitar con esta definición asumir lo artificial de la práctica en tanto a réplica de un original y entrar en equívocos por la distinción entre original y copia, natural y artificial, y centrarnos en el desarrollo de conocimiento a través de la observación y la experimentación de agentes inteligentes. Los mismos autores (Poole, Macworth, y Goebel 1998) referencian la aparición de la idea de agentes inteligentes desde la Antigua Grecia como pudo ser el mito de Talos, que aparece en las Argonáuticas de Apolonio de Rodas, y describe un guerrero gigante de bronce que patrulla Creta; se asume entonces que esta práctica es mucho más antigua de lo que *a priori* pudiera parecer. Ocurre que la información que recibe el público sobre esta área de conocimiento tiene más que ver con la ciencia-ficción que con la ciencia, con el espectáculo, que con el contenido técnico tras el mismo. En muchas ocasiones se autoprofetizan los logros posibles de esta área del conocimiento lo que produce un apoyo social constante a esta disciplina, y en definitiva su progreso. Se hace patente que la unión entre ciencia y arte es una parte fundamental para el desarrollo de esta disciplina. (ver Fig. 10)

Figura 10: Composición propia, Relación Arte-Ciencia.



Podemos ver cómo el estudio y desarrollo de estos sistemas de computación inteligentes produce un progreso espectacular en el campo de la computación y el desarrollo de tareas inteligentes por máquinas, aunque quizás nunca se logre “copiar” la inteligencia humana.

2.2.3.2. Breve timeline de la investigación en IA durante el s. XX

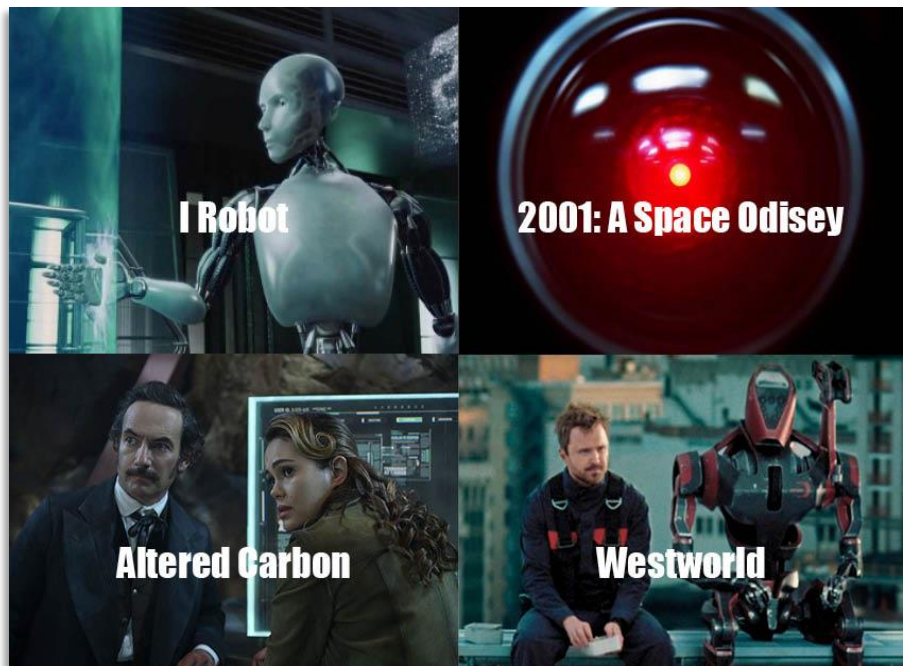
En el último siglo el progreso exponencial de la capacidad de computación ha favorecido el desarrollo de distintas estrategias de computación inteligente, aunque investigación, inversión, industria y resultados no siempre han ido de la mano. Como se describe en la presentación, Artificial Intelligence – Past, Present and future podemos situar el germen de la inteligencia artificial entre 1943 y 1955: McCulloch y Pitts, desarrollaron el primer modelo de neurona artificial, Donald Hebb desarrollo, en su libro de 1949 *The Organization of behaviour*, “la regla Hebbian del aprendizaje”, implementando la modificación de la fortaleza de las conexiones entre neuronas. En 1951 Marvin Minsk y Dean Edmons fabricaron la primera computadora de red neuronal (Acrónimo en ingles CNN) con el uso de 40 Neuronas artificiales. En 1950 Alan Turing desarrolló su artículo “Computer Machinery and Intelligence” (Turing 1950), el término machine learning, Algoritmos Genéticos y Aprendizaje Reforzado, que más adelante serán fundamentales en este campo de la ciencia. Entre 1952 y 1969 se dieron un gran numero de programas que se probaban inteligentes: General Problem Solver, Geometry Theorem Prover, eran capaces de resolver tareas matemáticas con una capacidad similar a la humana. Entre 1966 y 1973 muchos de los logros autopredichos fueron incumplidos frustrando muchas expectativas como el desarrollo de una máquina capaz de ganar al ajedrez a un humano. A finales de esta época ya se habían descubierto las técnicas de back-propagation learning que serían muy útiles a finales del s.XX en este campo. Sin embargo, entre 1974 y 1980 se dio lo que se denomina el primer invierno de la IA debido a que el soporte económico y político a este campo cayó por todas las expectativas frustradas anteriormente y la investigación se vio disminuida notablemente. Uno de los pocos enfoques que sí se desarrolló con éxito fue el denominado Sistemas basados en conocimiento. Entre 1980 y 1990 podemos distinguir un primer periodo de establecimiento de una industria especializada en IA y un periodo final, considerado el segundo invierno de la IA, en la que se incumplieron de nuevo las expectativas, sobre todo en la relación coste/capacidad, por lo que de nuevo se volvió a recortar la inversión en este sector. Desde la primera década del siglo XXI hasta ahora, proliferan los agentes inteligentes y los bots, se consolida la ciencia de datos como un campo científico propio y junto con la llegada de la tecnología de internet y los móviles al gran público se hacen grandes progresos en técnicas de Deep Learning.

2.2.3.3. IA Fuerte vs IA Débil:

Existen extensos debates entorno a dos supuestos sobre la inteligencia artificial que, aunque tienen que ver más con la filosofía que con el

desarrollo técnico, afectan al enfoque de los estudios científicos. Por un lado, en sus orígenes se planteó lo que se denomina *teoría de la Inteligencia Artificial Fuerte* la cual se asume será aquella que conseguirá superar el nivel de inteligencia humano, encontramos en la ciencia-ficción muchos referentes de este tipo HAL-9000, los androides de Westworld o I Robot, La I.A de asistencia de Altered Carbon (ver Fig.11).

Figura 11: Fotogramas referencias IA. Elaboración propia.



Por el contrario, la teoría de la inteligencia artificial débil plantea que la IA es aquella que puede llevar a cabo tareas que cuando son realizadas por los humanos (u otros seres vivos) consideramos que requieren de inteligencia. Así hoy en día todos los tipos de IA son del tipo débil, con inteligencia especializada, pero sin conciencia o estados mentales. Sin embargo, este objetivo sigue impulsando el desarrollo de esta área de la ciencia. Si bien, aunque impresionantes, los progresos del s XXI en esta área, en general, no se deben a la similitud con los procesos biológicos de la inteligencia humano sino a la capacidad de acceso y procesamiento a grandes bases de datos y las técnicas desarrolladas entorno a su uso, las técnicas de Deep Learning.

2.2.3.4. Neurona, Red Neuronal Artificial y Bases de datos

Aunque se afirma que una Red Neuronal Artificial (RNA de aquí en adelante) es un modelo matemático inspirado en el comportamiento biológico de las neuronas y su estructura en el cerebro, es cierto que se desconocen gran parte de la descripción físico-matemática de los procesos que se dan en estas estructuras biológicas. Por lo tanto, es

necesario recalcar que los principios que rigen el funcionamiento de estas redes neuronales artificiales son matemáticos y estadísticos.

El primer modelo matemático de una **neurona artificial** fue desarrollado por Warren McCulloch y el matemático Walter Pitts (Pitts 1943)

En el gráfico (ver Fig.12) de estas neuronas artificiales se ve que cuentan con *entradas de información* x_i , pesos sinápticos w_i o factor de importancia, una función de propagación Σ , un valor de sesgo o bias θ_i , una función de activación $f()$ y una salida y_i . Como nos explica Sancho Caparrini (2019) en su web las entradas son el estímulo que la neurona artificial recibe del entorno que la rodea, y la salida es la respuesta a tal estímulo. La neurona puede adaptarse al medio circundante y aprender de él modificando el valor de sus pesos sinápticos, y por ello son conocidos como los parámetros libres del modelo, ya que pueden ser modificados y adaptados para realizar una tarea determinada.”

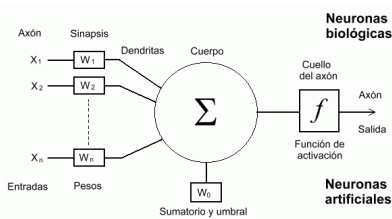


Figura 12: Neurona artificial vs Neurona biológica. Extraído de la web.

- La función de propagación:

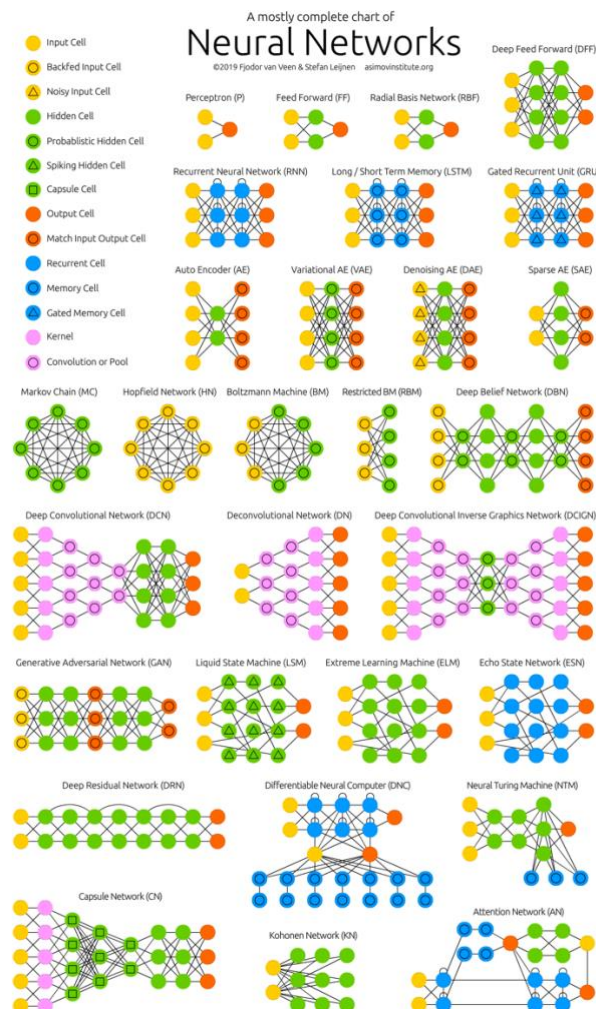
Puede ser de varios tipos, la más común consiste en el sumatorio de todas las entradas multiplicadas por los pesos de las conexiones, más un valor de sesgo o bias.

- La función de activación:

Acota el resultado de la suma ponderada realizada en la neurona, en un rango determinado por el tipo de función que introduzcamos, algunas habituales son la RELU, Sigmoide o TanH.

Una **red neuronal artificial** está formada por tres partes capas de entrada, capas ocultas y capas de salida. Cada capa consta con un número determinado de neuronas que podemos configurar y las capas están conectadas entre sí. La información es procesada por las neuronas y tiene patrones de transmisión entre capas diferentes, según el tipo de red neuronal. Una RNA es capaz de detectar relaciones complejas y no lineales entre variables, a partir de unidades sencillas como las neuronas, al disponer muchas de estas unidades en paralelo. Las variables se dividen en variables de entrada y de salida, relacionadas por algún tipo de correlación o dependencia (no necesariamente causa-efecto). También es posible que la salida sea la clasificación de las variables de entrada en diferentes grupos (ver Fig.13).

Figura 13: Poster de tipos de redes neuronales. Extraído entrada de la web



Las muestras de entrenamiento definen las capas de entrada y salida. Cuando la capa de salida es una variable categórica, la red neuronal es una forma de abordar los problemas de clasificación. Cuando la capa de salida es una variable continua, la red se puede usar para hacer regresión. Cuando la capa de salida es la misma que la capa de entrada, la red se puede utilizar para extraer características intrínsecas. El número de capas ocultas define la complejidad del modelo y la capacidad de modelado. Las redes neuronales profundas, con múltiples capas y entrenadas con grandes cantidades de datos han tenido mucho éxito para el aprendizaje supervisado.

2.2.3.5. Machine Learning

Se puede definir machine learning como el estudio de algoritmos que mejoran o aprenden de la experiencia. Estos algoritmos son los que definen el funcionamiento de las RNA en sus distintos niveles. Tom Mitchell define el problema de aprendizaje de la siguiente manera “Se dice que un programa de computadora aprende de la experiencia *E* con respecto a alguna clase de tareas *T* y la medida de desempeño *P*, si su

desempeño a tareas en T , medido por P , mejora con la experiencia E " (Mitchell 1997).

Dentro de las estrategias algorítmicas del Machine Learning (ver Fig.14) destacan:

Figura 14: Diagramas de Venn IA. Ilustración propia.



1. Aprendizaje supervisado.

Los algoritmos de aprendizaje supervisados hacen predicciones basadas en un conjunto de ejemplos. Se tiene una variable de entrada que consta de datos de entrenamiento etiquetados y una variable de salida deseada. Utiliza un algoritmo para analizar los datos de entrenamiento para aprender la función que asigna la entrada a la salida. Esta función inferida mapea ejemplos nuevos y desconocidos generalizando a partir de los datos de entrenamiento para anticipar resultados en situaciones invisibles.

- *Clasificación*: Los datos se utilizan para predecir una variable categórica.
- *Regresión*: Se predicen valores continuos
- *Pronóstico*: Se hacen predicciones sobre el futuro basadas en los datos pasados y presentes. Se usa más comúnmente para analizar tendencias.

2. Aprendizaje semi-supervisado.

Se utilizan ejemplos sin etiquetar con una pequeña cantidad de datos etiquetados para mejorar la precisión del aprendizaje.

3. Aprendizaje sin supervisión.

La máquina se prepara con datos totalmente sin etiquetar. Se le pide que descubra los patrones intrínsecos que subyacen a los datos, como una estructura de agrupamiento, una variedad de dimensión menor etc.

- *Clustering*: Agrupando los ejemplos en grupos de datos para que sean más similares (según algunos criterios) que los de otros grupos. Esto a menudo se usa para segmentar todo el conjunto de datos en varios grupos. El análisis se puede realizar en cada grupo para ayudar a los usuarios a encontrar patrones intrínsecos.
- *Reducción de dimensiones*: reducción del número de variables consideradas. En muchas aplicaciones, los datos sin procesar tienen características dimensionales muy altas y algunas características son redundantes o irrelevantes para la tarea. Reducir la dimensionalidad ayuda a encontrar relaciones desconocidas.

4. Aprendizaje reforzado.

El aprendizaje por refuerzo analiza y optimiza el comportamiento de un agente en función de los comentarios del entorno. Las máquinas prueban diferentes escenarios para descubrir qué acciones producen la mayor recompensa, en lugar de que se les diga qué acciones tomar. La recompensa de prueba y error y diferida distingue el aprendizaje por refuerzo de otras técnicas.

2.2.3.6. Deep Learning:

La incipiente evolución de este subcampo del Machine Learning se sustenta en dos desarrollos tecnológicos: el incremento exponencial del número de transistores por procesador dado por la ley de Moore, y la extensión del acceso a internet a nivel global. Aunque la ley de Moore está llegando a su límite, ha supuesto en los últimos años un aumento exponencial de la capacidad de procesamiento de datos. Por otro lado, en 2020 se estima que el 59% de la población tiene acceso a internet, y en consecuencia todos ellos pueden consumir y producir datos. Esto ha favorecido el desarrollo del Deep Learning puesto que este subcampo del M.L fundamenta su capacidad de desarrollar tareas complejas en el procesamiento de grandes bases de datos y las técnicas de aprendizaje supervisado y no supervisado, especializándose en la extracción de información abstracta y compleja de audio, imagen y texto.

Este tipo de redes neuronales profundas con muchas capas ocultas habían sido ya implementada en los años 80. Sin embargo las técnicas de aprendizaje de Back-propagation (BP de ahora en adelante), fundamentales en el Deep Learning, no funcionaron bien hasta que se introdujo un algoritmo de aprendizaje razonablemente eficiente y sin supervisión para optimizar el problema del descenso de gradiente y los óptimos locales en B.P (Hinton 2006), (Hinton, Osindero, y Teh 2006).

Como nos muestra Li Deng (2014) en función de para qué propósito utilizamos las distintas arquitecturas y técnicas podemos distinguir tres tipologías:

1. Deep networks para aprendizaje generativo o no supervisado.

Diseñadas para capturar una correlación de alto orden de los datos observados o visibles para el análisis de patrones o fines de síntesis cuando no hay información disponible sobre las etiquetas de clase objetivo. Cuando se usa en el modo generativo, también puede tener la intención de caracterizar distribuciones estadísticas conjuntas de los datos visibles y sus clases asociadas cuando estén disponibles y se traten como parte de los datos visibles. El uso de la regla de Bayes puede convertir este tipo de generativo redes en un sistema discriminatorio para el aprendizaje.

2. Deep networks para aprendizaje supervisado.

Diseñadas para proporcionar directamente capacidad discriminativa para propósitos de clasificación de patrones, a menudo caracterizando las distribuciones posteriores de clases condicionadas en los datos visibles. Los datos de la etiqueta objetivo siempre están disponibles en forma directa o indirecta para dicho aprendizaje supervisado. También se denominan redes profundas discriminatorias.

3. Deep networks híbridas.

El objetivo de estas redes es la discriminación asistida. Esto se puede lograr mediante una mejor optimización y/o regularización de las redes profundas en las categorías anteriores.

Esta contextualización respecto de la inteligencia artificial ha sido el primer paso en la investigación técnica realizada durante el desarrollo de la instalación dado que el número de áreas, técnicas y aplicaciones es tan amplio y profundo que es fácil perderse en un “mar de tecnicismos”. El canal de youtube DOTCSV (Santamaria Vega), del investigador y divulgador científico Carlos Santana Vega, junto al texto citado anteriormente y la página web Machine Learning for Artist (Refsgaard, Tseng y Kogan s.f.), han sido una fuente fundamental por la variedad de ejemplos y referencias, especialmente la graduación en dificultad de comprensión de las mismas.

2.2.4. Metaespacio

En este contexto, podemos definir el término operación como la aplicación de un operador sobre los elementos de un conjunto, tomando los elementos iniciales y relacionándolos con otro elemento de un conjunto final. En el arte contemporáneo se conocen varios ejemplos de operaciones artísticas como pueden ser:

- La cita: Expresión que se usa para nombrar una obra utilizada de referente en un trabajo dado.
- La apropiación: Se recogen determinadas ideas de un autor, se recontextualizan y se reivindicán como propias.
- El versionado: modo que tiene cada sujeto de interpretar o de referir un mismo suceso.
- Parodia: Se trata de un versionado cuyo objetivo es la burla o la caricatura habitualmente a través del uso de la sátira.
- Resignificación: Se agrega o cambia el sentido original de una determinada obra.

Metaespacio es el nombre de la operación artística que se quiere aplicar a dos contextos, el de la despoblación y el de la inteligencia artificial.

En matemáticas las operaciones tienen propiedades fundamentales recogidas dentro de reglas y leyes, esto permite entre otras cosas desarrollar teorías axiomáticas, es decir, que se pueden y deben referenciar en última instancia a dichas leyes y normas sin contradecirlas. Por suerte el campo del arte no tiene la necesidad de desarrollar teorías axiomáticas. Por ello desde este trabajo se propone realizar una operación artística sobre un conjunto A, problemas humanos reales que provocan sufrimiento, y un conjunto B, el saber-poder científico, para relacionarlo con un tercer conjunto C, la instalación desarrollada en este trabajo. A saber, del conjunto A se elige el problema de la despoblación y del conjunto B se elige el campo de I.A dentro de las ciencias de la computación. Respecto a la relación entre saber y poder Foucault advertía *“no existe relación de poder sin constitución correlativa de un campo de saber, ni de saber que no suponga y no constituya al mismo tiempo unas relaciones de poder... No es la actividad del sujeto de conocimiento lo que produciría un saber, útil o reactivo al poder, sino que el poder-saber, los procesos y las luchas que lo atraviesan y que lo constituye, son los que determinan las formas, así como también los dominios posibles de conocimiento”* (Foucault 2004, 28), esta relación fue denominada por el mismo como el dispositivo. Válido o no, este trabajo plantea, en cierta manera, de un ejercicio de resistencia, en tanto que esta operación es creada desde una institución que ejerce y forma parte de las relaciones de saber-poder más influyentes en el ámbito académico, la universidad, y sobre la relación de saber-poder más fuerte del s. XXI, la científica. Esta operación pone en relación los conjuntos A y B con el conjunto C, la instalación artística y la investigación. En la operación del Metaespacio se utilizan deliberadamente fuentes científicas y filosóficas, buscando realizar un ejercicio ficcional que dé voz a una problemática. Se busca analizar críticamente tanto el abuso del arte y la filosofía de terminología

científica en la busca de una posición favorable dentro de las relaciones del saber-poder, así como la extensión del saber-poder científico sobre otras áreas como la social, la espiritual-religiosa, la artística o la política. Se reclama el uso de la ficción y la narratividad artísticas para, en este caso, dar voz al problema de la despoblación y además establecer una relación con el saber-poder dominante, la ciencia.

2.3. LAS ARISTAS

2.3.1. *Tecnomarginación*

Esta arista del marco teórico-referencial se refiere a las relaciones entre el campo de la inteligencia artificial y el problema de la despoblación. Estas relaciones hacen visible la brecha digital entre los habitantes de las localidades urbanas y los de las localidades rurales profundas, definiéndose como el limitado acceso a las tecnologías de la información y comunicación o el desconocimiento de su uso (Andreasson 2013). Como recoge un informe elaborado al respecto en 2015 por la UGT «No resulta labor sencilla, desde la minería de datos, distinguir el matiz entre la brecha digital territorial y la urbana-rural, ya que podría catalogarse a la segunda como un subtipo de la primera. Sin embargo, desde nuestro punto de vista, se hace necesario hacer esta distinción, puesto que no hacerlo difuminaría una realidad añadida a la ya descrita: residir en una urbe o en una zona rural, independientemente de la orografía o la región, también impacta, de forma directa, en la disponibilidad de acceso a las nuevas tecnologías».(Varela 2015). Además, como observa dicho informe, se produce una relación directa entre la brecha digital rural-urbana y la brecha digital por renta.

Figura 15: Relación tamaño de la población vs. cuota mercado (%), Análisis geográfico de los servicios de banda ancha y despliegue de NGA en España, diciembre 2014, CNMCS. Extraído del informe de UGT.

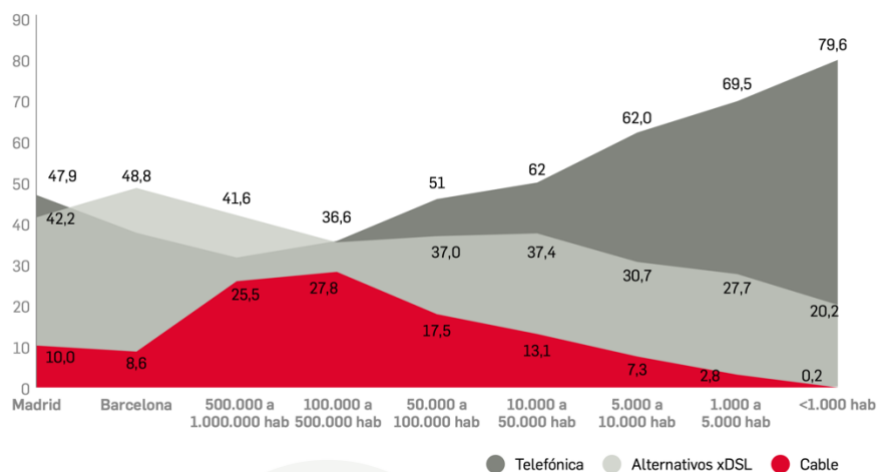
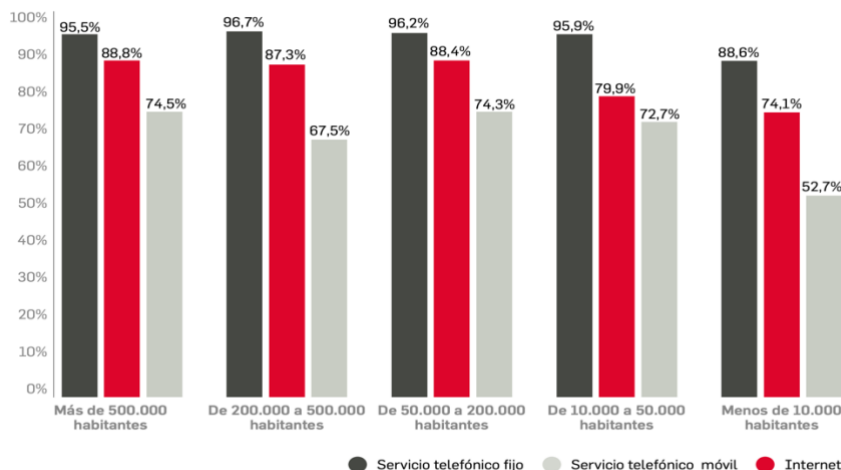


Figura 16: Informe sobre los consumos y gastos de los hogares españoles en los servicios de comunicaciones electrónicas, segundo semestre 2013, CNMCS. Extraído del informe de UGT.

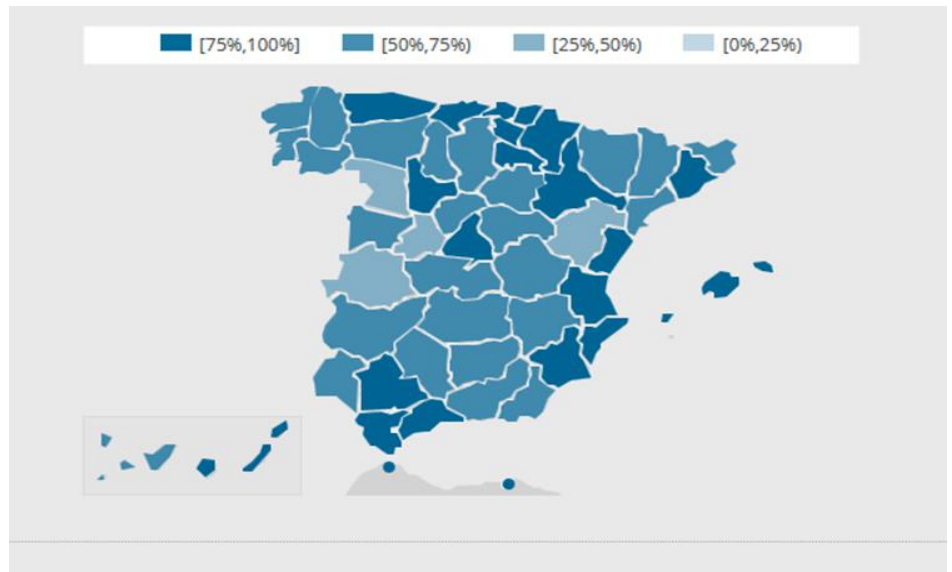


Se puede observar (ver Fig. 14 y Fig. 15) la relación inversamente proporcional entre las nuevas tecnologías de comunicación y el entorno rural, a menor número de habitantes menor consumo. Esto parece señalar un nuevo factor en la relación que hay entre la falta de infraestructura de telecomunicaciones y la brecha digital, puesto que en los casos de zonas rurales de menos de 1000 habitantes el descenso del consumo se debe a la ausencia de oferta por falta de las infraestructuras necesarias. Aunque se ha tratado de legislar al respecto a nivel estatal con el plan 300 x 100 (Antiguamente Programa de Extensión de la Banda Ancha de Nueva Generación) y además desde la Comunidad Europea a través del la Red Europea de Desarrollo Rural y el plan Europa Conecta, los datos muestran cómo, a pesar del progreso, no ha sido suficiente. Las empresas de telecomunicaciones argumentan que no es rentable, ni se puede asegurar que el acceso a las tecnologías de comunicación revierta el problema de la despoblación.

Es necesario remarcar el uso ex profeso de la palabra Tecnomarginación (Ver Fig. 16), puesto que brecha digital solo hace referencia al distanciamiento entre dos situaciones, la rural y la urbana, pero no a la intencionalidad de las políticas de planificación territorial y economía que han fomentado que el 90% de la población viva concentrada en el 30% del territorio. Siguiendo el enfoque del colectivo Inland, podemos entender la situación rural como consecuencia de una relación centro-periferia. Kenia Raquel Espiñeira explica bien por qué se dan relaciones centro-periferia dentro de un país que en sí mismo es centro: *“Los flujos poblacionales originados en países con una determinada posición en la escala internacional no son movimientos de poblaciones que ocupan la misma posición social dentro de su sociedad, es decir, no toda la población que habita en un país Periferia es población periférica, y no toda la que habita en un país Centro es céntrica, sino que dentro del marco del estado-nación se reproduce la clasificación social existiendo poblaciones céntricas, periféricas y semiperiféricas, por ello nos encontramos con poblaciones que pese a su ubicación geográfica-política operan en la escala antagónica de las jerarquías.”* (Espiñeira 2009). Este enfoque señala además cómo se establecen relaciones de subordinación que no son solo una consecuencia del devenir económico, sino que se establecen y refuerzan por la producción hegemónica del conocimiento desde el centro. Se explica también en el texto de Espiñeira *“la Periferia son aquellas regiones cuya economía está especializada en la producción de materias primas y manufacturas poco elaboradas, con formas de control del trabajo coercitivas y mal remuneradas, economías orientadas a la exportación y a suplir las necesidades del Centro capitalista”*.

Si bien es cierto que gran parte del contenido de este trabajo se hace desde el Centro hegemónico, no sin ser conscientes de esta profunda contradicción, se reclama también la producción de conocimiento desde la periferia y el desarrollo de tecnología desde esta que permita la producción también de manufacturas complejas. Para eso el acceso a internet (ver Fig.16) en las condiciones que se dan en el entorno urbano es fundamental puesto que hoy acceso a internet y desarrollo de conocimiento van en paralelo.

Figura 17: Mapa de Cobertura de Banda Ancha en España en el caso de redes fijas con al menos 100 Mbps en 2018



2.3.2. Datificación

Datificar es un proceso que implica medir, grabar y analizar. Como señalan Viktor Mayer-Schonberger y Kenneth Cukier (2013), hay que distinguir bien entre datificar y digitalizar, este último es un proceso de conversión de la información analógica a ceros y unos del código binario de manera que podemos utilizar la capacidad de cálculo de los ordenadores para procesar dicha información. En la historia de la civilización humana una parte de los hitos más importantes se debieron al progreso en las técnicas de medición, grabación y análisis, como fue por ejemplo la adopción de la base decimal y los números árabes mucho más propicios para el cálculo matemático en el siglo XII. Así la era de la digitalización se sustenta tanto en el progreso de la forma en la que tratamos la información y en la evolución de la capacidad de las herramientas con las que lo hacemos.

En este proyecto se trabaja con un volumen alto de datos, pero no podemos referirnos hacia ellos con el término big data, puesto que este término hace referencia no solo al volumen sino a la variedad y a la velocidad de los mismos. Por eso en el trabajo nos referimos a los datos recogidos y analizados como small data, término que refiere a los datos que no son valiosos para ser analizados cuantitativamente, pero sí cualitativamente (Ortiz 2018). Los datos que se pueden recoger en una zona con baja densidad de población y unas instalaciones de telecomunicaciones precarias respecto a las zonas urbanas, como lo es en Pozuel del Campo, disminuyen en volumen, pero también en ruido, es decir los pocos procesos de comunicación que se dan, se desprenden de las interferencias que pueden existir con más facilidad en las grandes urbes, electromagnéticas o semánticas. Podemos encontrar un ejemplo de cómo esta ausencia de ruido se da en forma de bajos niveles de

contaminación lumínica, y permite que en una comarca de Teruel como la de Gudar-Javalambre se establezca un observatorio astronómico de renombre internacional. Esto quizás nos indica que en la era de la digitalización y el Big Data, este tipo de zonas que escapan al ruido de las ciudades pueden tener un alto valor no solo sentimental sino también económico, gnoseológico, experimental y humano. Se puede establecer una relación con el entorno y la tecnología distinta y prospera. No se considera desde este trabajo que se trate de industrializar y masificar las zonas rurales, sino de impulsar una relación humano-naturaleza-tecnología sostenible que, dada la velocidad de desarrollo de las ciudades, no ha sido posible en estas. El trabajo *Environment Dress* (Castellanos 2015) o el taller performativo *Somatizar los datos* (D. López 2019) trabajan desde distintos ángulos la relación entre la producción humana de datos, su representación, y la relación con los datos que nos rodean.



Figura 18: Fotografía de la pieza *Environment Dress*, de Maria Castellanos. Extraído de la web.

Figura 19: Fotografía del taller *Somatizar los Datos* co-dirigido por Alejandra Lopez. Extraído de la web.

Los procesos de datificación y digitalización actuales, tiene un impacto en la sociedad, el medioambiente y los individuos, y probablemente no alcanzamos a cuantificar su magnitud por lo exacerbado de su implantación. Sería interesante considerar la cantidad de información máxima capaz de generar y procesar un ser humano, y ver la infraestructura necesaria para recogerla, analizarla, y transmitirla. ¿Qué políticas vamos a desarrollar en torno a esto, teniendo en cuenta el impacto medioambiental? (D. López, 2019). David Pastor-Escudero (2019) desarrolla un interesante artículo en torno al concepto de Green Data que hace referencia al uso del Big Data para entender mejor nuestro ecosistema, pero también para entender el impacto ecológico de la propia gestión de estos datos, su optimización y su impacto sociológico. En la misma David Pastor-Escudero (2019) añade que en estos términos deberíamos empezar a auditar los algoritmos de IA en función de su eficiencia, clasificar los datos por sus ciclos de vida, mejorar los modelos actuales de datificación y compresión de datos etc. Quizás desde en el entorno rural podremos encontrar un espacio donde trabajar de manera pausada y comunitaria sobre esta problemática, dado que en este entorno los datos son especialmente frágiles y valiosos, y al mismo tiempo, carecen del ruido y la velocidad de la producción de datos de los entornos urbanos.

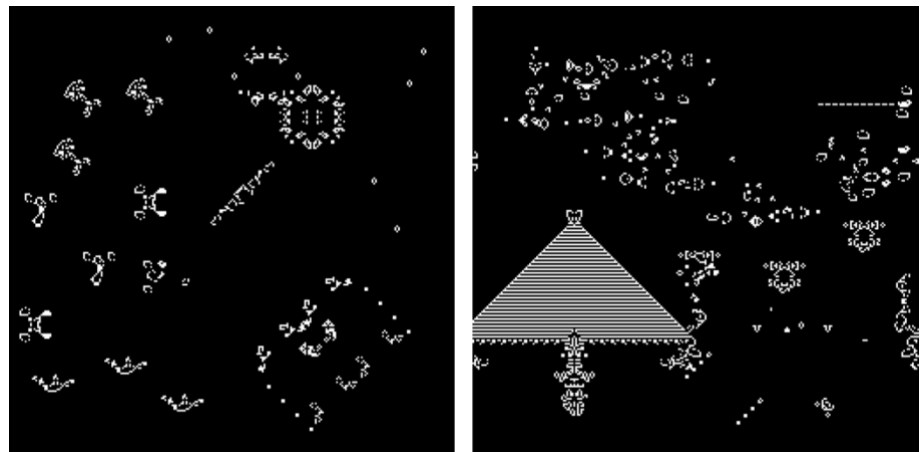
2.3.3. *Autopoiesis*

Humberto Maturana y Francisco Varela (2003), a través del concepto de autopoiesis, han encontrado grandes referentes en cuanto a la manera en la que ciencia y filosofía convivieron a lo largo del desarrollo de sus tesis. Es particularmente interesante cómo buscan respuestas a preguntas muy amplias estudiando estructuras muy pequeñas, y no

siempre desde el rigor y la rigidez científicas sino desde la libertad filosófica. Además, Maturana coincidió en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) con Marvin Minsky, uno de los padres de la IA y de alguna manera el trabajo de este último influyó también en la tesis de Maturana y Varela, criticando cómo en los orígenes la IA pretendía replicar unos atributos de los seres biológicos como si estos no estuvieran mediados por la interpretación humana de los mismos. La tesis de los autores pretende demostrar que es el carácter sistémico autopoietico intermolecular lo que define la unidad de expresión mínima de vida. Además y aunque el autor insiste que la interpretación filosófico-sociológica del texto ha sido un fenómeno posterior inesperado, se hacen ciertas afirmaciones que nos invitan a reflexionar en sus términos sobre estructuras sociales complejas, a saber, «el devenir histórico de los seres vivos es un proceso espontáneo de conservación de linajes y de formación de nuevos linajes en la conservación reproductiva de distintos modos de vida (fenotipos ontogénicos), en una deriva ontogénica y filogénica, que las variaciones en los modos de vida que al conservarse en la reproducción dan origen a nuevos linajes, surgen como variaciones epigénicas que se conservan en la reproducción de circunstancias que la herencia ocurre como un fenómeno sistémico de la relación organismo medio, y no como un fenómeno de determinación molecular, y que lo connotado con la noción de selección natural, es el resultado de la conservación diferencial de la variación en la diversificación de linajes no el mecanismo generativo de ella» (Maturana y Varela 1998, 24). La principal tesis del texto defiende la vida como una máquina autopoietica y desde este trabajo proponemos la pregunta ¿Puede el ser humano entender los mecanismos autopoieticos de la vida y crear máquinas que respondan a dichos mecanismos por sí mismas? ¿Podemos insertar en las dinámicas de funcionamiento de los algoritmos este concepto de autopoiesis en tanto que el producto de los mismos solo forme parte de un ciclo dinámico de generación, evolución y supervivencia de su propia información? Finalmente, desde este trabajo rescatamos también la noción de clausura operacional que en la línea que definen los autores, “La palabra clausura la uso aquí en el sentido de operación al interior de un espacio de transformaciones, como es habitual en matemáticas, y no, por cierto, como sinónimo de cerrazón o ausencia de interacción, lo que sería absurdo. Lo que interesa es caracterizar una nueva forma de interacción mediada por la autonomía del sistema” (Maturana y Varela 1998, 53) en tanto que el planteamiento de todo el trabajo de investigación hace uso de la autoreferenciación, la descontextualización y ambigüación de términos en busca de una clausura en este caso narrativa, pero que al mismo tiempo aporta coherencia sistémica al trabajo.

Uno de los elementos que recogerá la instalación y el trabajo, referente a este concepto de la autopoiesis, será el uso de la autonomía como referencia directa de lo vivo. Es posible que los pueblos estén perdiendo no solo su capital vital, las personas, sino su capacidad de adaptación a los cambios, su capacidad de transmisión y generación de información que los perpetúe como entidades autopoieticas, si alguna vez lo llegaron a ser. Paul Halpern (2017) recoge en su artículo una discusión acerca de lo discreto o no del funcionamiento del universo partiendo de algunas ideas del famoso juego matemático, *The game of Life* desarrollado por John Conway. Siendo referente para el TFM este último por la capacidad de crear sistemas complejos pero deterministas a partir de reglas simples, convirtiéndose en un punto en común entre matemáticos, programadores y artistas (ver Fig.20).

Figura 20: Recorte de la aplicación del juego *The game of life* en Google experiments. Extraído de la web.

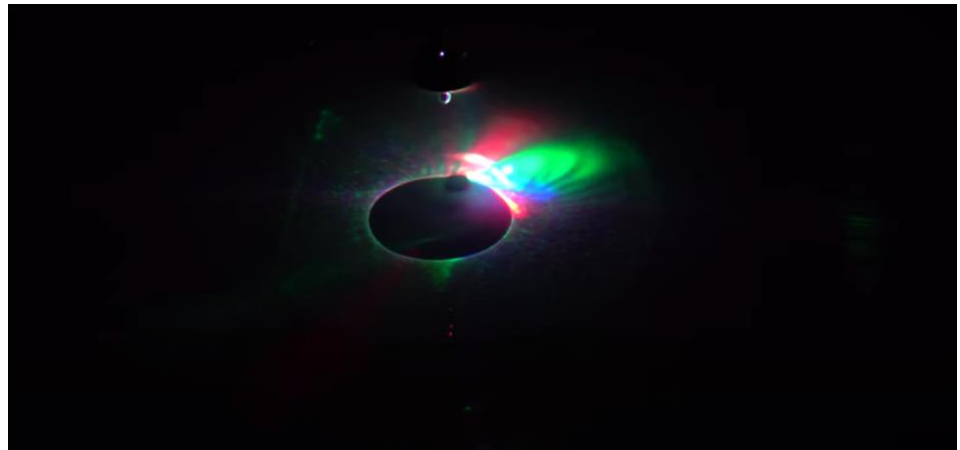


2.3.4. *ER=EPR*

Esta ecuación hace referencia a dos teorías en las que participó Albert Einstein junto con otros científicos, los puentes de Einstein-Rosen y el entrelazamiento cuántico de Einstein-Podolsky-Rosen. Esta conjetura desarrollada por los físicos Leonard Susskind y Juan Maldacena propone que hay un tipo de agujero de gusano inestable entre dos agujeros negros y asociado a cada pareja de estados cuánticos entrelazados. Se relacionan con esta proposición los estados de una teoría cuántica de campos con los agujeros negros de la teoría clásica de la gravedad. Este trabajo encuentra inspirador la idea de que dos objetos, tan masivos y densos que a penas los podemos conceptualizar, plieguen el universo formando un agujero de gusano debido a propiedades cuánticas de la materia como es el entrelazamiento cuántico de sus partículas. Propiedades que probablemente definan la manera en la que procesemos y transmitamos la información en el futuro. En el álbum musical *On Time Out of Time* (Basinski 2017) se trabajó entre otras cosas con fuentes exclusivas de los interferómetros de LIGO (Observatorio de ondas gravitacionales con interferómetro láser) que capturan los sonidos de la fusión de dos agujeros negros masivos distantes, hace 1.300 millones de años. Esta

pieza fue desarrollada para la exhibición *Limits of Knowing, arte y ciencia* haciendo accesible la información invisible que describe el funcionamiento del universo.

Figura 21: Recorte del video producido para el álbum *On Time out of Time*. Extraído de la web.



En el contexto de este trabajo, nos preguntamos si todas aquellas zonas ahora en peligro de despoblación, ajenas a todo este desarrollo teórico y tecnológico, formarán parte de la historia de la humanidad, o se evaporarán como tantas otras líneas de información humana, estableciendo el símil con la evaporación los puentes de Einstein-Rose al hacer viajar información a través de ellos. La idea de que el espacio-tiempo pueda desaparecer o colapsar como lo hacen las funciones de onda de las partículas, invita a pensar que también se puede construir. En ese sentido la ciencia-ficción construye espacios de información en los que lo que ahora es inimaginable, pero será posible a través de la simbiosis con la tecnología. Este trabajo apuesta por crear ese espacio ficcional teórico e imaginativo en el que otra relación del entorno rural con la tecnología es posible.

2.3.5. Cyborgs

Manfred E. Clynes y Nathan S.Kline (1960) proponen por primera vez el término *cyborg* como todo aquel organismo que incorpore componentes exógenos extendiendo la función de auto-regulación del mismo para adaptarlo a nuevos entornos medioambientales. En la era del antropoceno (Crutzen 2006) la especie humana se constituye como uno de los mayores agentes geológicos, tal es así que esta tesis afirma que la era de condiciones ambientales benignas que hemos vivido después de la glaciación han terminado 12000 años después por el impacto de la acción humana en los ecosistemas. Si retomamos la definición primera de cyborg podemos considerar que la especie de homínidos de la que descendemos es una especie ciborg desde el era del Pleistoceno, donde el homo hábilis comenzó a utilizar la tecnología y las herramientas para adaptarse al medio como nos propone Santiago Sanchez-Migallón (2017) la

inteligencia artificial se torna como el nuevo modelo de conocimiento. Conocimiento que adaptado a los ciborgs de telecomunicaciones que somos, utiliza la capacidad de cálculo de los computadores, la velocidad de transmisión de datos de internet, y la implementación de sistemas de aprendizaje para afrontar los problemas que el progreso de la especie humana en la tierra ha causado. Así este modelo de conocimiento nacido del progreso científico y del desarrollo neoliberal capitalista, se le presupone una capacidad innata de producción de verdad. Pero la integración tecnológica a nuestro organismo de un mecanismo de verdad incuestionable, nos ha vuelto profundamente vulnerables puesto que, aunque esta misma tecnología tenga consecuencias nefastas para el equilibrio de los ecosistemas de los que formamos parte, no podremos contradecir su infalibilidad.

El arte se torna en muchas ocasiones una forma de supervivencia, pudiendo abstraernos de una situación concreta y abrir nuevas vías de pensamiento transversales o incluso en dimensiones que se escapan a la percepción habitual. El arte puede ser una mera distracción o una crítica radical, en definitiva, una puerta abierta al debate que escape de la producción científica de la verdad. *Safetyglasses: Safety First* (Mann 1997) nos presenta tempranamente esa relación entre arte, tecnología, información e individuo (ver Fig.22) en un proceso simbiótico que ha ido creciendo exponencialmente.

Figura 22: Composición con imágenes de la performance de Steve Mann, *Safetyglasses: Safety First*, 1997. Elaboración propia



El entorno rural de España sufre un severo problema de despoblación con diversas causas demográficas y sociopolíticas. Además, el contexto post-crisis económica en el que se encuentra el país hace que este problema se encuentre en muchos lugares en un punto de no retorno, en el que el estado no quiere invertir dinero para solucionar.

Entre otros problemas la falta de inversión en infraestructuras tecnológicas hace que sea imposible establecer modelos económicos que prosperen, dada la relación que existe entre tecnología y mercado hoy en día. Así el uso de inteligencia artificial y la escultura robótica como técnicas artísticas para el desarrollo de esta pieza, es en sí mismo una crítica a las políticas de desarrollo que ha tenido el estado con estos lugares, además de una propuesta del futuro distópico y vacío de sociedad que les espera a estos lugares. No hay sociedad sin tecnología, ni tecnología sin sociedad. La tecnología que no se híbrida con la sociedad se convierte en un medio de destrucción de los biosistemas. Así este trabajo pretende además abrir una puerta al debate de la hibridación de la tecnología con los biosistemas.

2.3.6. Muerte

La muerte junto al amor y la felicidad son los 3 temas existenciales más recurrentes de la especie humana. Aunque esta tiene multitud de acepciones, en lo filosófico y lo formal, en lo biológico es mucho más claro, muerte es el estado de un biosistema termodinámico en el que este no puede organizar autónomamente su energía interna, por haberse hecho dependiente de operadores externos y procesos espontáneos. La vida es un proceso probabilístico cuasi-estable que se ha perpetuado a lo largo desde los primeros arqueobiontes y que, transformando energía y materia, lleva acabo procesos no-espontáneos que la perpetúan hasta la muerte o la replicación. Dados los avances en la biotecnología podemos crear bio-sistemas artificiales y prolongar la vida biológica como ocurre con las células HeLa, en las que pese a que su huésped original está muerto, la información genética permanece viva en tanto que sus células como huéspedes son replicadas y cultivadas para distintos estudios científicos, no solo eso sino que se podría clonar un ser humano con la misma información genética. En esto último encontramos cómo el concepto de vida humana se entremezcla con el de existencia, en tanto que la vida biológica se puede perpetuar si se dan las condiciones materiales, pero la existencia comprende tal cantidad de variables que hasta la fecha se considera imposible. Sin embargo con los avances tecnológicos de hoy en día somos capaces de producir, almacenar y analizar una cantidad de datos como nunca antes en la historia, lo que unido con la mejora en las capacidades predictivas del comportamiento de sistemas caóticos, quizás en un marco no tan ficticio podríamos hablar de que es posible extender y replicar la vida sobrepasando los límites de su propia definición existencial (Monterde 2018). Como señala Noval Yuri Harari (2017) el ser humano camina hacia la inmortalidad, puesto que siempre podemos morir de un fracaso total del sistema biológico que conforma nuestra existencia ante un accidente de cualquier índole. Sin embargo, el autor señala las implicaciones políticas, económicas y

sociales que puede tener el desarrollo privado de esta tecnología y el control tecnológico total del cuerpo, la desigualdad extrema, la explotación del hombre por el superhombre.

Superar los límites biológicos contemporáneos no es una cuestión exclusivamente humana, si entendemos la vida en el planeta tierra como una suma de bio-sistemas y aceptamos los límites materiales del ecosistema que habitamos, la Tierra. Prolongar la vida implica hacerla posible en otros planetas, con toda su biodiversidad y esta exploración interplanetaria parece sin lugar a dudas estar ligada al desarrollo tecnológico. Necesitamos mantener la biodiversidad y progresar tecnológicamente.

Los entornos rurales despoblados suponen un ejemplo de ineficiencia de este biosistema a nivel local. Como el intervencionismo y la falta de experiencia local en la toma de decisiones pueden tener consecuencias nefastas para la biosfera, por un lado, por sobreexplotación, o por otro, por la desaparición del ser humano por la incapacidad de establecer un marco global sostenible localmente. En el trabajo *Nature?* (de Menezes 1999) la artista interviene el proceso de formación de las alas de la mariposa, modificando sus patrones (ver Fig.23) pero sin hacer ninguna modificación genética artificial. La intervención artística por tanto tiene un periodo de vida determinado, y acaba muriendo con el ser vivo que la porta, se referencia a si misma como un ejemplo de algo que es arte y vida al mismo tiempo. Sin embargo, no se tiene en cuenta las consecuencias para la información genética que porta dicho ser vivo en tanto que la función de dichos patrones de color en las alas de las mariposas puede afectar a la transmisión de la misma debido a que puede producir una muerte prematura de la mariposa por no cumplir su función de camuflaje/advertencia adecuadamente.



Figura 23: Imagen de la intervención de la artista Marta de Menezes en las mariposas. Extraído de la web de la misma artista.

Este trabajo lucha contra la caída en el olvido de estas pequeñas sociedades que conformaron los entornos rurales profundos con todo el conocimiento que pudieron representar. El medio rural es parte de esta biodiversidad, las relaciones con el medio ambiente escapan de la burbuja de cristal, cemento y burocracia en la que vivimos en las ciudades. La experiencia de estos sistemas periféricos puede ser útiles para desarrollar la vida en lugares inhóspitos como Marte o Titán, en tanto que estos también serán periferia incluso en su relación con la muerte. Se propone el arte como mediador y como capsula del tiempo pasado y futuro de esos datos que ya no son, y solo podremos imaginar como serán.

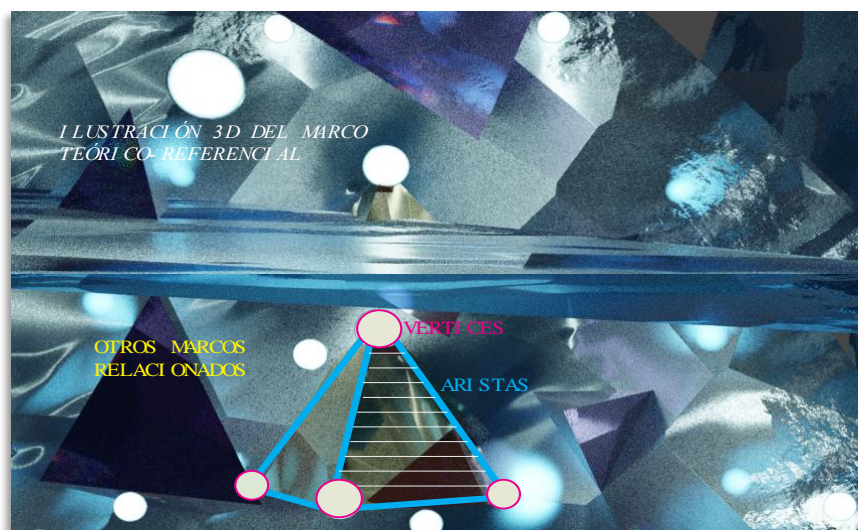
Figura 24: Fotograma de la serie *The Mandalorian*, donde vemos a Kuiil “experiencia nativa” y a el Mandaloriano “lo exógeno”. Fotograma extraído de la misma serie.



2.4. VISUALIZANDO EL MARCO TEÓRICO-REFERENCIAL

En las ciencias naturales se ha invertido un gran esfuerzo en desarrollar técnicas que nos permitan visualizar la estructura espacial de la materia puesto que nos ayuda a entender el comportamiento de esta. Una de las técnicas más utilizadas es la difracción de rayos x, la cuál nos permite proponer una estructura atómica determinada para un compuesto dado. En este trabajo se ha establecido un símil entre la estructura del marco teórico-referencial, la estructura cristalina de la materia, y los tensores espaciales, por lo que ha sido relevante tratar de visualizar dicha estructura a través de distintas técnicas (Ver Fig.25). En esta línea el proyecto de visualizaciones IDIS (IDIS s.f.) propone un recorrido historiográfico sobre el diseño de la imagen y el sonido en el que incluye distintas formas de visualización, exponiendo su base de datos y las interrelaciones que surgen en la información recopilada.

Figura 25: Ilustración 3D propia del “Metaespacio” generado a partir del marco teórico referencial. Elaboración propia.



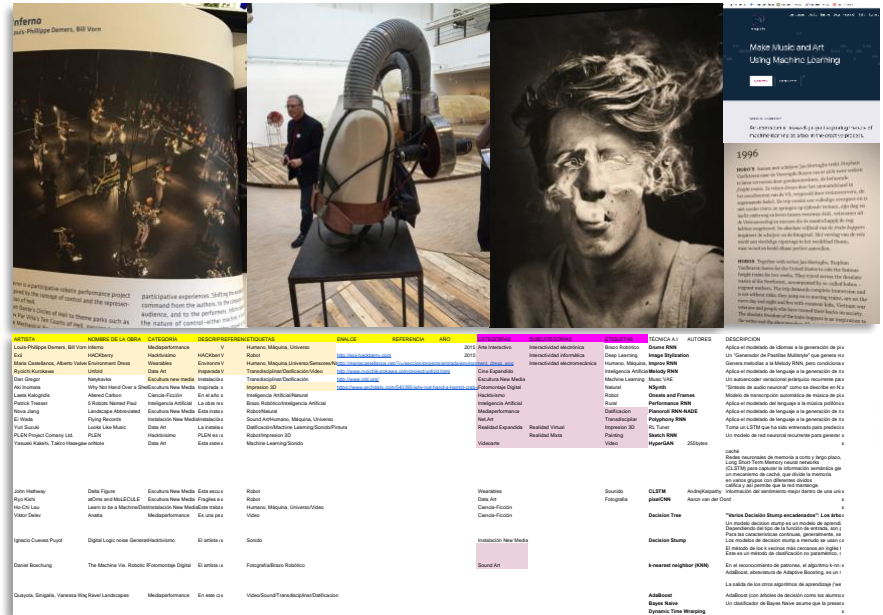
2.4.1. Graphcommons

Esta herramienta online, utilizada en otros proyectos (Visualizaciones IDIS), permite trabajar con bases de datos en distintos formatos y utilizar herramientas de visualización y análisis de los mismos que facilitan la búsqueda de nuevas relaciones entre estos. Además, permite añadir hipervínculos, fotografías y descripciones a cada uno de los datos introducidos. Finalmente genera una visualización dinámica de todos los datos compilados que facilita entender ciertas relaciones que se dan, en este caso, en el marco Teórico-Referencial. Para acceder a la entrada en la aplicación web que contiene el proyecto (Graphcommons 2020) en el siguiente enlace: <https://graphcommons.com/graphs/93ac49a0-ba9d-4ef5-b9a7-c5e9f610fd0b>.

Desde un primer momento se almacenaron los referentes prácticos y teóricos en una tabla de Excel (ver Fig.26) y posteriormente se amplió dicha tabla estableciendo relaciones con los nodos vectoriales descritos en el apartado anterior. Así al tiempo que se recopilaban dichos datos podían verse en tiempo real y de manera general, donde se había hecho más hincapié o que nodos perdían peso en el desarrollo teórico, y por lo tanto, ayudaba a concretar el apartado práctico puesto que se descartaban ideas por no tener un sustento real en el marco-teórico referencial.

La base de datos recopilada está en un proceso de evolución continuo y ha hecho las veces de cuaderno de bitácora del desarrollo teórico. En consecuencia, se pueden encontrar muchos errores, faltas de referencias, caminos inconexos. Esto forma parte de su función de visualización puesto que refleja el marco teórico-referencial de este trabajo, pero al mismo tiempo refleja el estado dinámico de una temática que se seguirá trabajando en el futuro.

Figura 26: Composición de imágenes de recortes de imágenes y tabla de datos recopilados para el trabajo. Elaboración propia.



La variedad de tipos de fuentes referenciales, libros, instalaciones públicas, museos, paginas web, videos etc. y su transcripción a bases de datos, hacen que esta aplicación haya adquirido relevancia en el trabajo, en tanto que mapeaba el estado del marco teórico-referencial y dejaba constancia de relaciones directas e indirectas, especialmente útil para identificar aquellos referentes que quedaban aislados. Continuando lo desarrollado en los apartados 2.1, 2.2 y 2.3 de este trabajo se establecen los siguientes categorías, campos y etiquetas para dentro de la aplicación de Graphcommons:

- 4 Vértices: Despoblación, Arte, Inteligencia Artificial y Metaespacio.
- 6 Aristas: Tecnomarginación, Datificación, Autopoiesis, ER=EPR, Cyborgs, Muerte.
- 3 Categorías: Autor, Obra, Herramientas IA.
- 2 Campos: Proyecto y Arte de los Nuevos Medios.

Cada obra recogida, se ha tratado de relacionar con el campo del Arte de los Nuevos Medios y el de Proyecto, situando a través del primer campo dentro el estado del arte, y a través del segundo relacionándola con este trabajo. La aplicación permite establecer una definición, una imagen y la referencia, lo cual permite elaborar un mapa interactivo, visual en el que quedan recogidos los distintos niveles de información (Ver Fig.12). Así podemos elegir una sub-categoría en concreto y ver aisladamente que relaciones se han establecido a lo largo del transcurso del trabajo. Esta estructura de clasificación imita el sistema de etiquetado

de los blogs y las páginas web y se ha introducido como herramienta de desarrollo del marco teórico-referencial puesto que muchos de los datos que generamos son tratados para ser procesados en dicho entorno web. Estos campos están compuestos de sub-categorías (Ver Fig.27 y Fig.28)

Figura 27: Tablas de datos de la entrada del Marco teórico-referencial, Metaespacios, Arte de los Nuevos Medios, a la aplicación Graphcommons. Elaboración propia.

● ARTE DE LOS NUEVOS MEDIOS

	Name	Description	Image	Reference
1	Arte Interactivo	Forma de arte qu...		
2	Escultura New Me...	La escultura new ...		
3	Sound Art	Forma de arte en ...		
4	Hacktivismo	Las estrategias de...		Strehovec, Janez. ...
5	Mediaperformance	Coreógrafos, intér...		
6	Instalación New M...	comenzó a experi...		
7	Net.Art	Práctica que utiliz...		«Jodi's Infrastruct...
8	Fotomontaje Digital	El término se apli...		«Fotomontaje». 2...
9	Videoarte	Durante los 80, el ...		Alonso, Rodrigo. 2...
10	Wearables	La tecnología Wea...		Lee, Jaewoon, Do...
11	Cine Expandido	En el artículo Ten...		Massara, Gisela, C...
12	Data Art	El objetivo del Dat...		«Further Art Dat...
13	Realidad Extendida	La Realidad Exten...		Isostopy. 2018. «R...
14	Inteligencia Artific...	Según Witkowsky '...		Amador Hidalgo, L...
15	Ciencia-Ficción	La ciencia ficción ...		«¿QUÉ ES LA CIEN...

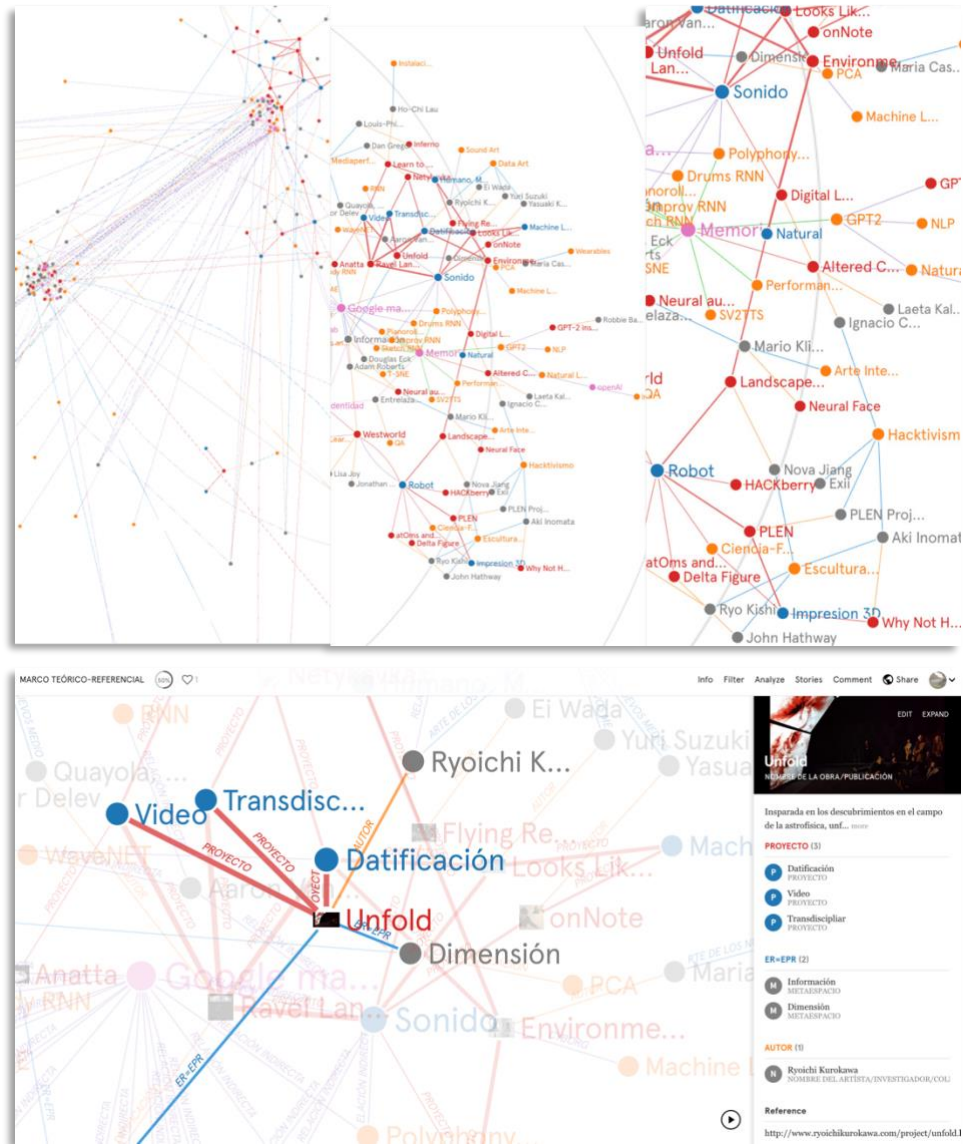
Figura 28: Tablas de datos de la entrada del Marco teórico-referencial, Metaespacios, Proyecto, a la aplicación Graphcommons. Elaboración propia.

● PROYECTO

	Name	Description	Image	Reference
1	Deep Learning			
2	Inteligencia Artific...			
3	Pintura			
4	Sonido			
5	Brazo Robótico			
6	Transdiscipliar			
7	Impresion 3D			
8	Natural			
9	Datificación			
10	Video			
11	Humano, Máquina...			
12	Machine Learning			
13	Fotografía			
14	Rural			
15	Robot			

Así la maraña de autores, obras y campos que se crea al recopilar información y desarrollar un marco teórico-referencial puede ser revisada por clusters (ver Fig.29), reflejando también la esencia del proceso de búsqueda, influida tanto por los motores de búsqueda de internet, como por los hábitos y relaciones del investigador en torno a la obra.

Figura 29: Recortes de la entrada marco teórico-referencial, Metaespacios a la aplicación Graphcommons. Elaboración propia.



2.4.2. Image t-SNE viewer

En el artículo *Enfoques para la clasificación digital de imágenes mono y multispectrales y su implementación en el software cubano TN Estudio V2.0* (Gil, García, Ponvert-Delisle, Sánchez y Vega 2003) encontramos la siguiente definición «La clasificación digital de imágenes es el proceso de ordenar los píxeles de una imagen en un número definido de clases o categorías de datos, basado en los valores de un conjunto de variables o de píxeles. Si el valor satisface un conjunto de condiciones se asigna a una clase que responde a esas condiciones. Expresado más rigurosamente, el objetivo de la clasificación es, dado un conjunto de objetos presentes en la imagen, cada uno de los cuales viene descrito por un conjunto de variables, asignar cada uno de ellos a la clase con la que mejor se

identifica». Por lo tanto, al analizar y segmentar la imagen hasta el valor del píxel individual y almacenar dichos datos para compararlos obtenemos bases de datos de alto valor dimensional, es decir muchos niveles de información de distinto valor dimensional. Tras desarrollar las técnicas algorítmicas que permiten obtener y almacenar dicha información, se están desarrollando técnicas de deep learning que permiten:

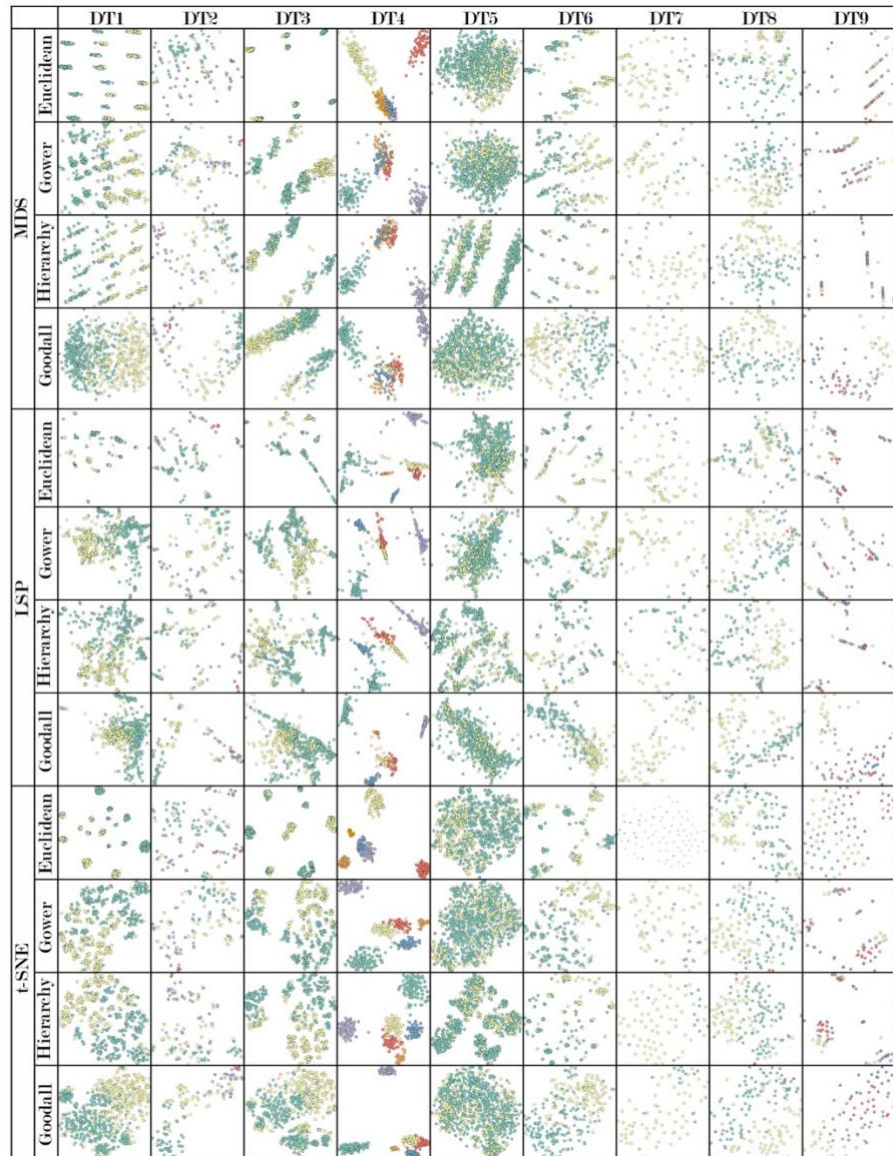
1. Clasificar la información contenida dentro de la propia imagen y relacionarla con parámetros relevantes para su lectura o uso humano (Por ejemplo: texturas, líneas, formas, luces,etc.).
2. Comparar estos niveles de información digital con bases de datos previas (Por ejemplo: información contextual, acciones, descripción de la imagen, etc.).

Así hoy en día podemos traducir a pixeles una gran variedad y tipología de datos, por ello las técnicas de deep learning de clasificación y análisis de imágenes han sido útiles para resolver una gran cantidad de problemas distintos. La técnica T-SNE es una técnica no lineal, no supervisada para la exploración de datos altamente dimensionales, es una técnica que trabaja mejor con la no-linealidad de los datos, es decir con relaciones no linealmente proporcionales entre dos parámetros cualesquiera. Si se ha tenido éxito en el procesado de los datos, se representan clusterizados en función de su similitud y en un espacio de menos dimensiones que el original (ver Fig.30, Fig.31)

Figura 30: Tabla comparativa entre técnicas de clusterización y visualización de datos respecto a una base de datos dada. Extraída del paper correspondiente.

	EU-MDS (●)	EU-LSP (●)	EU-t-SNE (●)	GW-MDS (■)	GW-LSP (●)	GW-t-SNE (●)	HR-MDS (●)	HR-LSP (●)	HR-t-SNE (●)	GD-MDS (●)	GD-LSP (●)	GD-t-SNE (●)
Best	0.9138	0.9376	0.9144	0.8883	0.9312	0.8781	0.9271	0.9423	0.9141	0.9242	0.9809	0.8842
Worst	1.5869	1.5435	1.5749	1.6127	1.5525	1.6193	1.5639	1.5394	1.574	1.5644	1.4840	1.5878

Figura 31: Tabla comparativa entre técnicas de clustering y visualización de datos, t-SNE, LSP, MDS, respecto a DT1-DT9. Extraída del paper correspondiente.



Para desarrollar el clustering y visualización del proceso de investigación, utilizamos una aplicación de la librería de código abierto TensorFlow, desarrollada por Google para satisfacer sus necesidades en los sistemas de machine learning y redes neuronales. La aplicación se llama TensorBoard y proporciona un gran número de herramientas para desarrollar experimentos de aprendizaje automático, en el caso de este proyecto se utilizó el proyector de datos en un espacio de menores dimensiones.

Para este experimento en concreto se realiza un análisis basado en el módulo pre-entrenado de TensorFlow Imagenet, mobilenet_v2_140_224, con un input fijo de imágenes de 244x244 y canales RGB. Como procedimiento estándar para este modulo, las imágenes que se van a

Figura 33: Visualización 3D del marco-teórico referencial clusterizado. Elaboración propia.



Lo relevante de este proceso en el ámbito artístico y el de la investigación del marco teórico-referencial es la contextualización de las bases de datos y referenciales en el ámbito del análisis de datos. En este caso se trabaja con una aplicación pre-entrenada para cumplir unas funciones concretas, discernir entre categorías de imágenes; cabe destacar por un lado la necesidad de establecer bases de datos y entrenamientos acordes a nuestros propósitos como artistas e investigadores y por otro, el sesgo inevitable que una base de datos o entrenamiento tiene debido a la función primera que se espera de los mismos. Este apartado ha sido parte de un proceso reflexivo dejamos la búsqueda científica y analítica de correlaciones entre los datos contenidos en el marco teórico-referencial, para investigaciones posteriores a este Trabajo Final de Máster.

3. PRÁCTICA ARTÍSTICA.TYPE_III

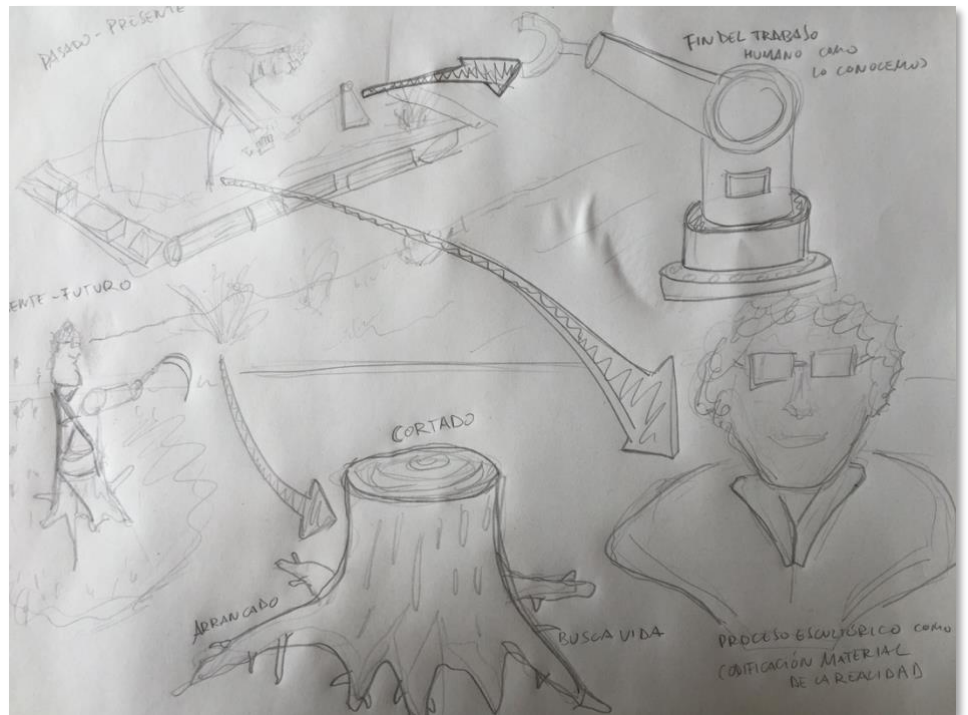
En la definición de la tercera tipología de inteligencia artificial (Hintze 2016) se considera que las máquinas poseedoras de dicha tecnología serán capaces no solo de formar representaciones sobre el mundo en el que se insertan sino sobre otros agentes o entidades que conviven con ellas. En este apartado tratamos de desarrollar una serie de prácticas artísticas que, por un lado, nos lleven al desarrollo de una instalación que sintetice lo investigado en el proyecto, y por otro, sirva para experimentar con el trabajo de otros investigadores y artistas que han decidido compartir su conocimiento en la materia para que otras personas realicen una iteración sobre el mismo. Así la práctica artística e investigación con entornos open-source favorece la creación de comunidad y el desarrollo social, generando un espacio de trabajo cada vez más amplio y completo.

3.1. DESCRIPCIÓN

Tras el desarrollo del marco teórico-referencial se decide sintetizar la investigación en una escultura robótica que represente unos hipotéticos restos tecnológicos en un futuro distópico imaginado en base a la relación actual de las zonas despobladas.

Destacan 3 elementos materiales de la escultura robótica: Una impresión 3D del busto digitalizado de Angeles Gregorio representando los procesos de datificación de los individuos. Un brazo robótico open source representando la robotización de la fuerza de trabajo. Un tocón de árbol muerto representando el papel de la naturaleza en el proceso de explotación de los recursos naturales por el hombre (ver Fig.34).

Figura 34: Sketches del proceso del desarrollo de la escultura.
Elaboración propia.



Los elementos multimedia de la escultura son: Una proyección interactiva sobre el busto, un cámara web guiada por el brazo robótico y una instalación de audio que forman parte de la escultura.

El proceso constructivo ha tratado de reflejar la necesidad inmediata de una respuesta a un problema como el de la despoblación, en el que la escasez de recursos obliga a priorizar funcionalidad sobre diseño.

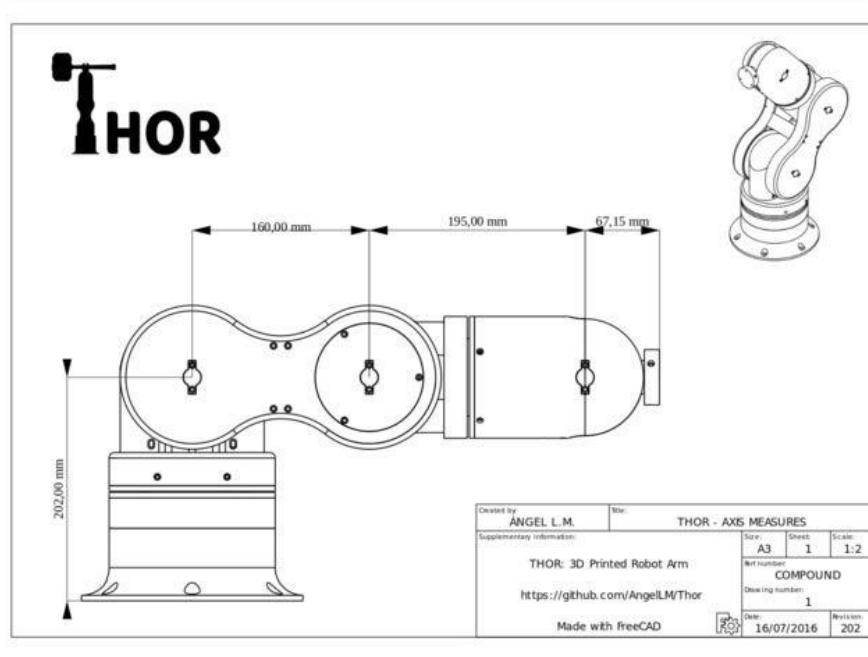
3.2. CUADERNO DE BITÁCORA

El cuaderno de bitácora recoge las prácticas realizadas a lo largo del desarrollo de la instalación.

3.2.1. Brazo robótico Thor

Para elaborar el brazo robótico se ha decidido utilizar el proyecto de código abierto Thor, “es un brazo robótico de código abierto e imprimible con seis grados de libertad. Su configuración es similar a la de los brazos robóticos. En su posición vertical, Thor mide aproximadamente 625 mm y puede levantar objetos de hasta 750 gramos.” (Larrañaga Muro 2018) (Ver Fig.35).

Figura 35: Brazo Robótico Thor.
Extraído de la web.



Aunque en un principio se pretendía rediseñar su estructura para que funcional y estéticamente se adecuara a las necesidades de la escultura, las complicaciones propias de un proyecto DIY (ver apartado 3.3.1.3) junto con la crisis del coronavirus de 2020 retrasaron el desarrollo de esta fase del proyecto haciendo que el brazo robótico tenga un funcionamiento limitado en la instalación. Tanto la entrada en la web Hackaday (Larrañaga Muro 2018) como el canal del youtube Sr.Ferrete (González 2019) han sido de gran ayuda en el desarrollo de esta parte del proyecto puesto en el encontramos distintas iteraciones del proceso constructivo del proyecto.

3.2.1.1 Impresión 3D y Montaje

El brazo robótico consta de 46 piezas impresas en 3D, 228 elementos de tornillería, 29 elementos mecánicos y 79 componentes electrónicos (ver Anexo 9). El perfecto funcionamiento de todos los grados de libertad del brazo robótico es sensible a los ajustes de tolerancia entre las piezas impresas en 3D de la posición de los elementos mecánicos como los motores, las correas o los engranajes etc. Es muy recomendable tener acceso permanente tanto a la fabricación de piezas 3D como a la compra de componentes mecánicos y de tornillería puesto que pese a ser un proyecto DIY muy completo y documentado, tiene algunos inconvenientes de diseño que hacen muy difícil perfeccionar el montaje en un solo intento. En el Anexo 2 se pueden ver algunas imágenes del proyecto open source original y descargar los archivos.

En la impresión 3D se utilizaron dos materiales PLA (polímero biodegradable derivado del ácido láctico) con excelentes propiedades para la impresión 3D y ABS (termoplástico amorfo) con buenas propiedades mecánicas en la absorción de impactos, resistente a mayores temperaturas, pero peores propiedades para la impresión 3D. Por ello componentes estructurales se imprimieron en PLA y las piezas susceptibles de sufrir cambios elevados de temperatura por fricción o estar cerca en contacto con los motores paso a paso se imprimieron en ABS (ver Fig. 36).

Figura 36: Impresiones 3D PLA (derecha) y ABS (izquierda).
Elaboración propia.



3.2.1.2. Software y Hardware de control

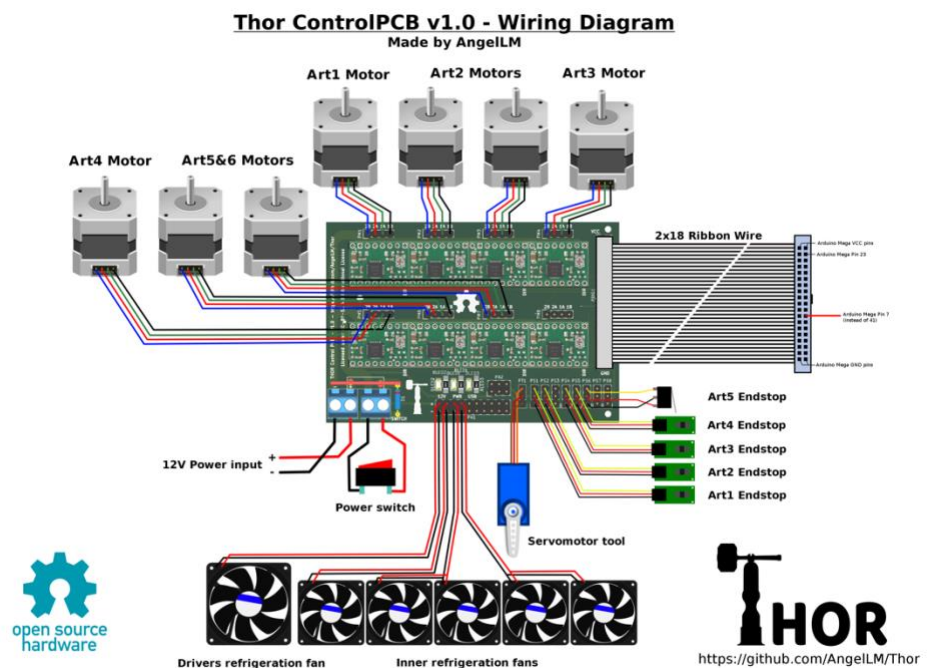
Para comenzar a trabajar con la brazo robótico de la escultura se utilizó el software del proyecto original Thor GUI- Asgard (Larrañaga Muro 2018) Este está escrito en lenguaje Python y se puede ejecutar tanto en Mac, Windows y Linux, aunque encontramos algunos problemas en el entorno de Mac que hacía que el controlador se bloquease. Este programa se comunicaba a través por GRBL con el microcontrolador.

El hardware estaba constituido por motores paso a paso, poleas, engranajes, fin de carrera ópticos y mecánicos, drivers para controlar los motores y un microcontrolador de tipo Arduino mega para comunicarse con el ordenador y controlar los drivers. Todo alimentado por una fuente de ordenador del tipo ATX a 12V. En el proyecto open source del brazo robótico se nos facilita también una PCB (ver Fig.37) para instalar los drivers con los componentes necesarios, alimentarlos con la fuente y

conectarlos con el microcontrolador. Esta PCB es una modificación de la PCB comercial para control de motores paso a paso de GRBL Ramps 1.4.

Los componentes de la placa PCB como las resistencias o los leds son del tipo SMD por lo que hay que tener el material adecuado para poder soldarlos.

Figura 37: Esquema de la PCB de control del brazo robótico. Extraído del proyecto open source Thor robotic arm.



3.2.1.3 Problemas

En general un proyecto de impresión 3D con muchas piezas y de tanto volumen va a tener problemas de tolerancia entre las piezas, desajustes en las máquinas debido al prolongado tiempo de impresión, o simplemente piezas que se rompen o deforman en el montaje/uso, lo que provocó la repetición de más de una pieza total o parcialmente. En muchos casos suponía el retraso del proyecto en un día completo puesto que las impresiones superaban en muchas ocasiones las 12 horas.

Las impresiones en ABS son mucho más problemáticas que las de PLA en cuanto a que, debido al alto punto de fusión respecto al primero, hace que sea más sensible a las variaciones de temperatura durante la impresión provocando el fallo total de las mismas (ver Fig.38).

Figura 38: Fotografía impresión 3D ABS fallida. Elaboración propia.

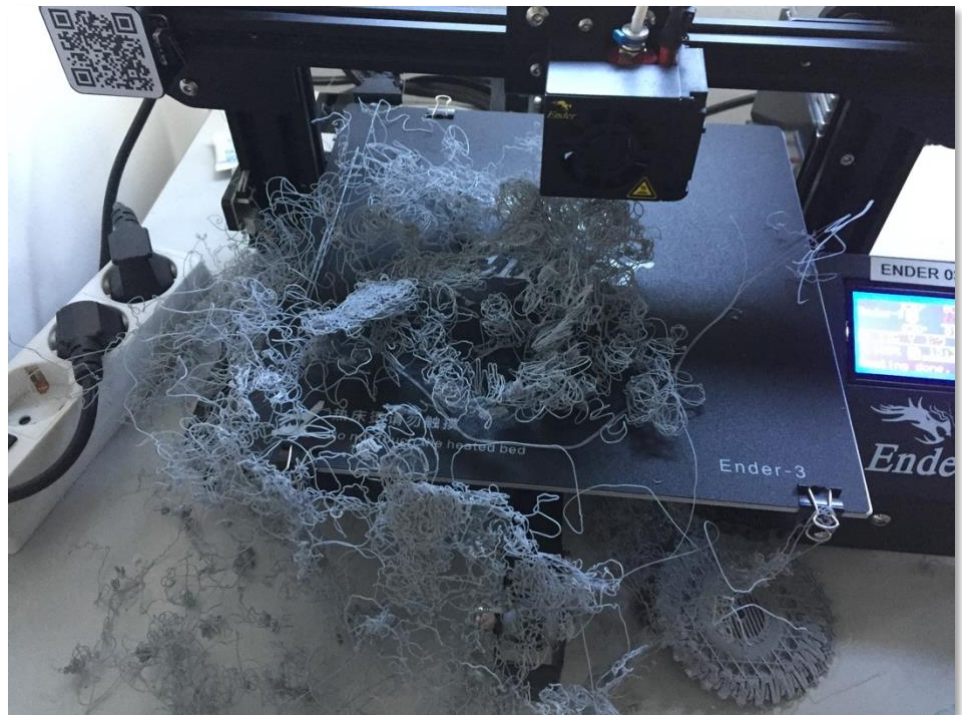


Figura 39: Detalle extracción de soporte en pieza PLA 3D. Elaboración propia.

Un inconveniente del diseño original de las piezas es el gran volumen de material de soporte que hay que utilizar en la impresión 3D (ver Fig. 39). Aunque se describen varios proveedores por pieza en el proyecto original, algunas piezas variaban ligeramente de un proveedor a otro lo que hizo que hubiera que improvisar algunas soluciones en el montaje para ajustar su posición (ver Fig.40). Esto junto a los errores por tolerancias y la falta de algunos repuestos hizo imposible el funcionamiento óptimo del brazo para la instalación. Destacaré el uso de bicarbonato y pegamento basado en cianocrilato para unir y reforzar componentes rotos, el soldador eléctrico para ampliar el diámetro de determinados agujeros en el plástico, la silicona caliente para fijar componentes electrónicos con holgura y el micro-taladro de mano para ampliar el diámetro de algunas piezas metálicas.

En caso de que volviera a fabricar esta parte de la instalación, para mejorar su funcionalidad, habría que considerar el rediseño del brazo. En tanto que imita la estructura de un robot industrial pensado para funcionar muchas horas con poco mantenimiento, el brazo robótico Thor es muy sólido pero hermético, confiriéndole gran resistencia, pero poca facilidad para realizar ajustes y cambios de piezas. Además, al estar fabricado en plástico, pero diseñado como si fuera de metal, cada vez que cambias la tornillería o mueves alguna pieza, aumentan las holguras. En el Anexo 3 se incluyen más detalles del proceso constructivo

Figura 40: Detalle correcciones en montaje, de izquierda a derecha: Cianocrilato, silicona, micro-taladro, soldador. Elaboración propia.



3.2.2. Entrevistas, prácticas IA y contenido audiovisual.

En este apartado se describen las distintas estrategias utilizadas para investigar el contexto descrito por el marco teórico-referencial.

3.2.2.1 Entrevistas

El sujeto principal de las entrevistas es Angeles Gregorio nacida en Pozuel del Campo el 15 de Julio de 1935 y habitante censada del mismo hasta 1976. Las entrevistas se realizaron cámara en mano durante una visita a su casa en la localidad y mientras se realizaban labores de campo. La función de las entrevistas era recoger uno de los testimonios del éxodo rural dado en España, para después codificarlo de manera que pudiera ser utilizado para elaborar las prácticas de inteligencia artificial y Machine Learning. La transcripción se realizó conservando el mayor número posible de fonetismos y términos locales derivados de la fabla aragonesa de la región. Esto se hizo para experimentar posteriormente con el entrenamiento de los algoritmos de Deep Learning con estas particularidades de la localidad.

Además de las entrevistas que se pudieron registrar, se escapan multitud de conversaciones que no pudieron ser grabadas pero que se dieron de manera natural en situaciones cotidianas vividas con la entrevistada. Se incluye en el Anexo 4 la transcripción completa de dicha entrevista.

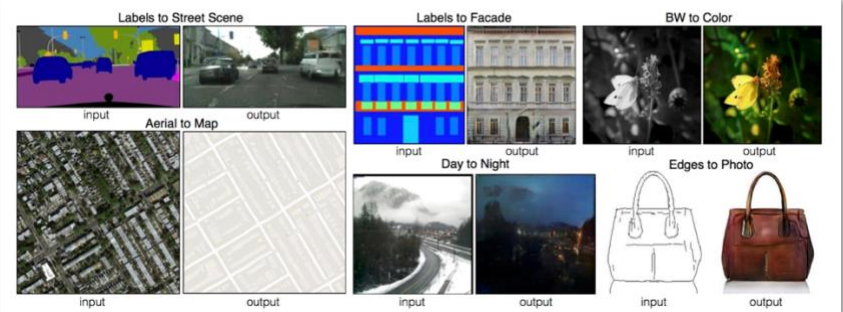
3.2.2.2 Prácticas IA y ML

Las prácticas con las herramientas de Machine Learning e inteligencia artificial tenían dos objetivos principales: El primero, obtener contenido audiovisual resultado del proceso de codificación digital de la investigación y su procesamiento con programas de Inteligencia Artificial y Machine Learning. El segundo, explorar algunas de las posibilidades que nos brindan las herramientas de IA y ML en el arte multimedia para tratar de comprender su funcionamiento y poder incorporarlo al Trabajo Final de Máster.

3.2.2.2.1 Generador de Imágenes

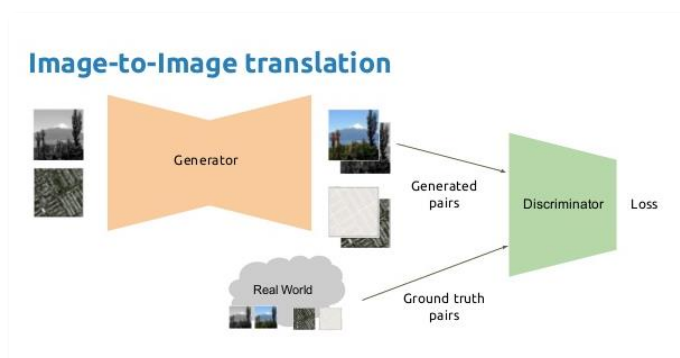
Esta práctica se basa en la técnica de ML Pix2Pix (Isola et al. 2018) una práctica explicada por el creador de contenido e investigador en M.L Carlos Santana Vega (2020). Esta técnica propone usar redes neuronales condicionales adversarias como una solución general a problemas de imagen a imagen; se plantea la misma arquitectura de red neuronal y se cambian las bases de datos con los que se entrenan dicha red neuronal por lo que podemos resolver problemas como, pasar de fotografía a imagen, de dibujo a imagen, de blanco y negro a color, etc. (Ver Fig. 41).

Figura 41: Ejemplos problemas resueltos Pix2Pix. Extraído de la web.



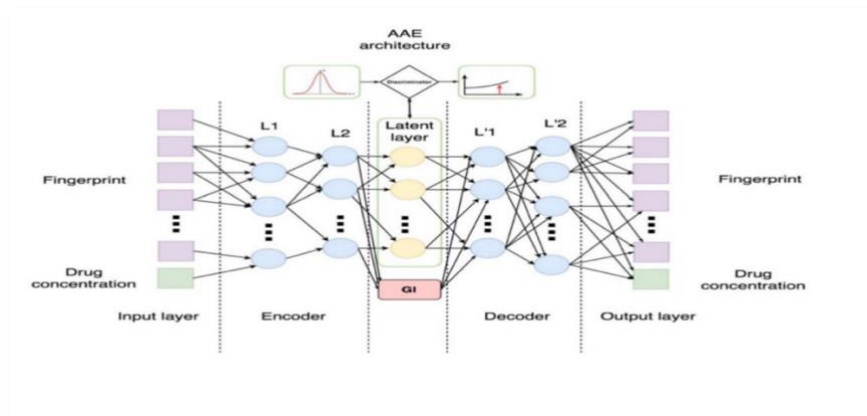
Las redes neuronales generativas adversarias condicionadas (conditional generative adversarial neuralnetwork) CGAN, basan su funcionamiento en una arquitectura de dos redes neuronales, una generadora y otra discriminadora que se retroalimentan para optimizar sus resultados ajustando los parámetros de aprendizaje de las neuronas a través del descenso de gradiente (ver Fig.42).

Figura 42: Esquema red neuronal Pix2pix. Extraído de la web.



La red neuronal generadora es, en este caso, una concatenación de una red neuronal convolucional (encoder) a una red neuronal deconvolucional (decoder), los outputs de la primera son comprimidos e introducidos en los inputs de la segunda (ver Fig.43). Al tratarse de una red neuronal condicionada, los sets de datos que pasan del decoder al encoder dentro de la arquitectura generadora, forman pares relacionados entre sí que nos ayudan a condicionar el output del decoder, condicionando así el aprendizaje a la relación que nosotros queremos imponer.

Figura 43: Esquema encoder-decoder. Extraído del paper Applications of Generative Adversarial Networks (GANs): An updated Review



La compresión de los codificadores, se convierte en un cuello de botella que genera en ocasiones que los decodificadores no sean capaces de realizar su tarea con la definición requerida, perdiendo calidad e información en el proceso. Por ello se aplica una técnica denominada skip connections que permite conectar capas no consecutivas de las redes neuronales. Un ejemplo de este algoritmo incluido en la técnica Pix2Pix es la arquitectura de tipo U-Net que realiza este tipo de conexiones entre las capas del mismo nivel de los pares codificador-descodificador.

Finalmente, el discriminador utiliza el set de datos del generador y lo compara con el set de datos original, discerniendo entre inputs reales y generados. La técnica de backpropagation junto con el descenso de gradiente permite optimizar el funcionamiento tanto del generador como

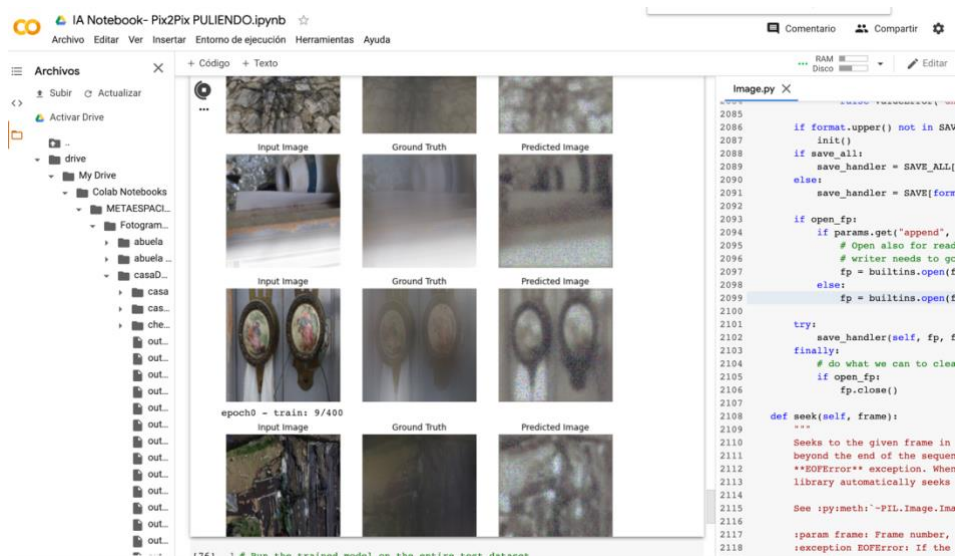
el discriminador obteniendo, si no incurrimos en ningún fallo, la respuesta deseada.

El entrenamiento de las redes neuronales necesita un set de datos apropiado. En ocasiones, una manera sencilla de obtener este set de datos de entrenamiento, se basa en duplicar y modificar un determinado set para obtener una correlación directa entre ambos sets, por ejemplo, fotos a color y las correspondientes fotos en blanco y negro, aunque esto depende del tipo de problema que queremos resolver.

La práctica se realizó en el entorno de Google Colaboratory, el cual permite utilizar los procesadores gráficos desde los servidores de Google, facilitando realizar tareas que con un ordenador portátil serían difíciles de llevar a cabo. El propósito de la práctica era entender el funcionamiento de la red neuronal, y proponer un entrenamiento relacionado con el caso de estudio. Para ello se precedió de la siguiente manera (ver Fig. 44):

1. Extracción de los frames de los videos registrados del lugar de estudio con Blender 2.8.
2. Formateo según las especificaciones de nuestra arquitectura (244x244 píxeles y renombramiento de los archivos)
3. Duplicado del set de datos original y aplicación de operaciones de distorsión de la imagen con Photoshop CC al segundo set.

Figura 44: Google Colab, Pix2Pix entrenamiento despoblación.
Elaboración Propia.



Se aplicó la operación de distorsión por dos motivos, por un lado, se pretendía simular el recuerdo borroso y alterado de una narración que proviene de la memoria de un individuo, y por otro la facilidad de realizar

dicha operación sobre un lote de imágenes con Photoshop. Así el condicionamiento de nuestra red neuronal pretende entrenarla en generar imágenes vinculadas al contexto de la despoblación, teniendo en cuenta que cada vez tendremos menos y de peor calidad imágenes del contexto de la despoblación.

Esta práctica no ha sido incluida en la instalación final, pero ha sido la base que ha permitido realizar el resto de prácticas puesto que ha servido de introducción a la construcción de redes neuronales a través del uso de Google Colab, TensorFlow, y Keras.

3.2.2.2.2 Generador de Texto

La siguiente práctica pretendía generar un texto basado en lo recogido en las entrevistas, intentando crear un discurso artificial entorno a la problemática de la despoblación del entorno rural. Este tipo de problemas se enmarcan en el área del procesamiento natural del lenguaje o NLP (Natural language Processing). Este campo se ha basado fundamentalmente en dos aproximaciones, la codificación de todas y cada una de las reglas del lenguaje y la comunicación, con los consecuentes problemas de complejidad y evolución temporal, y el aprendizaje no supervisado basado en el análisis de grandes cantidades de texto que contienen las funciones que queremos implementar con nuestra red neuronal, traducción, resumen, análisis, etc.

La aproximación más sencilla a la vectorización del lenguaje se denomina, One hot encoding, y en ella se establece un vector por palabra contenida en nuestro lenguaje, cada palabra es un vector que apunta en una única dimensión del espacio multidimensional (ver Fig. 45 y Fig.46)

Conceptualmente hay relaciones semánticas entre las palabras, luego el espacio vectorial debería reflejarlo. Es decir, estos vectores deberían contener además información semántica. Estableciendo pues una relación matemática que recoja la semántica de las palabras. Los words embeddings realizan esta función.

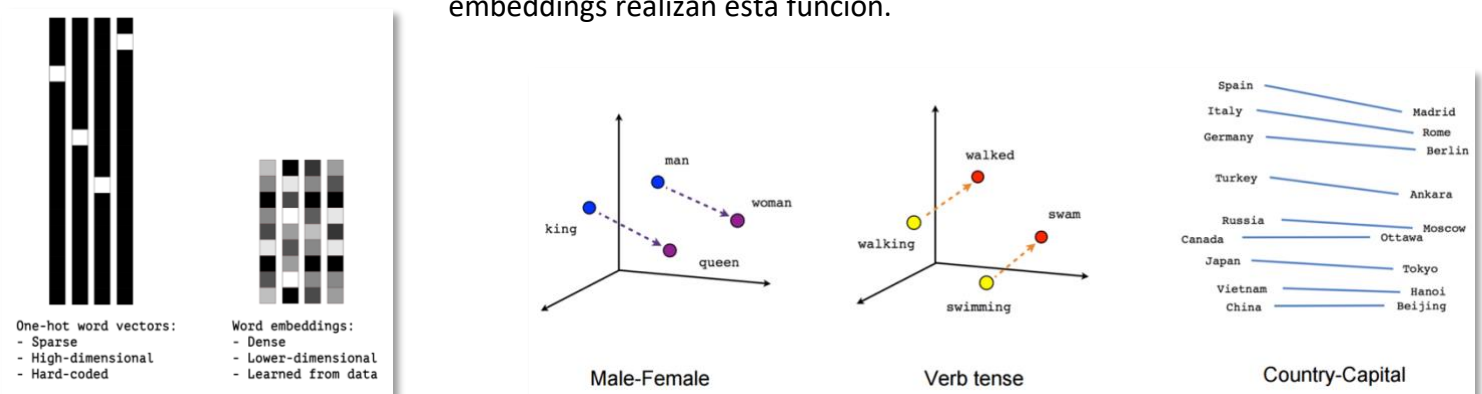


Figura 45: One-hot vs Word embeddings. Extraído de la web.

Esta técnica tiene limitaciones, puesto que, aunque esté representada la semántica de las palabras individuales, los textos que las contienen aportan una semántica adicional a dicha palabra. Los modelos de lenguaje cumplen esta tarea de recoger dicho contexto. Tal es así que en la mayor base de datos del lenguaje que existe hoy en día (Internet) contiene dichos contextos, codificados en su metalenguaje, y estos pueden ser en sí mismos funciones interesantes para el área del NLP, como traducciones, resúmenes, respuestas a preguntas concretas. Etc. Así a través del Aprendizaje no supervisado sin sets de datos específicos podemos crear modelos del lenguaje que puedan realizar tareas que requerirían de una alta complejidad de codificación o un set de entrenamiento difícil de conseguir y fácilmente desactualizado.

Si además, a esta capa de algoritmos de machine learning no supervisado añadimos una capa de entrenamiento supervisado podemos conseguir una especialización altísima en la tarea que queremos conseguir, esta técnica se denomina Fine tuning (Bhavsar 2020).

El modelo que utilizamos en la práctica es el GPT-2, entrenado en base a 40 Gigas de texto extraído principalmente del foro de internet reddit (Marcos 2019). Sin embargo, como hemos visto en el apartado anterior, el set de datos de entrenamiento tiene que proporcionar información suficiente para realizar la tarea que esperamos del algoritmo, con este modelo ocurre que a pesar de que podemos realizar un Fine tuning, la base con la que ha sido entrenada no contiene apenas información sobre nuestro objeto de estudio, ni sus estructuras del lenguaje.

La despoblación se convierte entonces no solo en un problema que afecta a las personas físicas y que dependa por ejemplo de una solución social, política o económica, sino en un problema que, al no estar de antemano contenido en el metalenguaje de internet, no podrá ser solucionado por el aprendizaje no supervisado. La falta de recursos tecnológicos en el mundo rural, o el difícil acceso a internet, hace que se agrave esta situación, de manera que cada vez el problema se diluye en el contexto de desarrollo actual, no por ser solucionado, sino por su propia desaparición.

En la práctica se introdujo como set de datos de Fine Tuning del modelo GPT-2 el texto correspondiente a la transcripción de la entrevista a Angeles Gregorio (ver Anexo 4), junto con los textos de los libros, *Tierra de mujeres* (Sanchez 2019) y *Los Desposeídos* (K. Le Guin 1974). Se hace obvio en el resultado la influencia de la base de datos anglosajona, por la falta de coherencia en las frases, especialmente si utilizamos como set de datos para el Fine Tuning únicamente el texto transcrito de la entrevista. En este último caso sucede además que la presencia de frases o palabras

procedentes de la Fable hablada en la región incrementa la incoherencia de los textos generados por el algoritmo (ver Fig. 47 y Fig. 48).

Figura 47: Transcripción de la entrevista realizada a Angeles Gregorio, mezcla fable, localismos y castellano. Recorte de pantalla de la práctica 3.3.2.2.2.

"Teniamos también, zafrán, y nos costaba buen trabajo el cojelo y esbrinalo y tostalo, y una horica de camino aunque fueras embarazada, y otra pa venir. con todo que se trabajaba muchísimo, y se tenia poquísimo, la gente estaba muy conforme".

Figura 48: Texto con errores gramaticales y léxicos generado por GPT-2. Recorte de pantalla de la práctica 3.3.2.2.2.

Los coches seguían salidos de pan de diez horas. Seguían cerrados. Descendían en una ciudad con la mirada subirnegra y la mirada capturante. Afectado, escuchaba, no tenían que ir hasta adelante trasero de un minuto. No tenían que saber de quo la ausencia de qué a vivir en una nave de viento, entonces la ausencia de ojos y pasar la nave de viento. Como si se detiene de una nave, entonces se apagar la nave pero a la minución. Lo llevaron al aire. Le ponía a la altura de nuestra vivienda. Le ponía a las huellas. Le ponía no las agarras. Y le ponía abandonos de aquella máquina. Le ponía ir de un lado a otro o otro loco apagada, que los coches justicia lo admirá y lo rejecto. Entre los coches de viento nunca se había abandonado contra ciertos lagos. Están las que daban el hombro.

Le sucedía un rato, tomar, en el que había dormilido en la casita desigual. En algún momento apenas debajo de las calqueías y de el olor que estaban su padre. Era una marejada de cobre con las manos de rutina. Era un verdadero campo donde importaba una casa de gamblers que rastra. Era un

```
[1410 | 2489.86] loss=0.57 avg=2.09
[1420 | 2506.23] loss=0.72 avg=2.07
[1430 | 2522.64] loss=0.99 avg=2.05
[1440 | 2539.04] loss=1.64 avg=2.05
[1450 | 2555.45] loss=1.81 avg=2.04
[1460 | 2571.87] loss=0.67 avg=2.03
[1470 | 2588.31] loss=0.28 avg=2.00
[1480 | 2604.71] loss=1.02 avg=1.99
[1490 | 2621.15] loss=0.90 avg=1.98
[1500 | 2637.55] loss=1.96 avg=1.98
Saving checkpoint/run1/model-1500
[1510 | 2660.68] loss=2.52 avg=1.98
[1520 | 2677.28] loss=0.36 avg=1.96
[1530 | 2693.76] loss=0.98 avg=1.95
[1540 | 2710.13] loss=1.63 avg=1.95
[1550 | 2726.44] loss=1.89 avg=1.95
[1560 | 2742.83] loss=0.18 avg=1.92
[1570 | 2759.25] loss=0.27 avg=1.90
[1580 | 2775.71] loss=2.36 avg=1.91
```

Se generaron dos textos (ver Anexo 5) los cuales se utilizaron como input de la siguiente práctica 3.3.2.2.3.

3.2.2.2.3 Clonador de Voz en tiempo real

Esta práctica se basa en el repositorio de Github Real Time Voice Cloning (Jemine 2020). En él se explica cómo utilizar una aplicación de inteligencia artificial implementada con los siguientes algoritmos de Machine Learning (ver Fig.49):

Figura 49: Tabla de los algoritmos implementados. Extraída del repositorio correspondiente en github.

URL	ACRONIMO	TITULO	IMPLEMENTACIÓN
180.604.558	SV2TTS (speak encoder)	Transfer Learning from Speaker Verification to Multispeaker Text-To-Speech Synthesis	Repositorio CorentineJ
180.208.435	WaveRNN (vocoder)	Efficient Neural Audio Synthesis	fatchord/WaveRNN
171.205.884	Tacotron 2 (sintetizador)	Natural TTS Synthesis by Conditioning Wavenet on Mel Spectrogram Predictions	Rayhane-mamah/Tacotron-2
171.010.467	GE2E (codificador/optimizador)	Generalized End-To-End Loss for Speaker Verification	Repositorio CorentineJ

Cada uno de los algoritmos de Machine Learning está pre-entrenado de manera individual para cumplir una función en concreto (Ver Fig.50). El codificador de habla (speak encoder), SV2TTS es una red neuronal entrenada con un set de datos de miles de audios de habla, que sintetiza en un vector numérico los distintos patrones que caracterizan el habla humana. El sintetizador Tacotron 2 genera un espectrograma de MEL dado un texto y un espectrograma de MEL de referencia. El vocodificador waveRNN traduce los espectrogramas de MEL en audio. Concatenando estas funciones, codificador de texto input en espectrogramas MEL SV2TTS, codificador de audio en espectrogramas MEL Tacotron 2 y finalmente recogiendo el aprendizaje sintetizado de ambos y decodificándolo en audio con vocodificador waveRNN podemos clonar la mayoría de las voces.

Figura 50 a :
Esquema del funcionamiento de los algoritmos SV2TTS. Extraído de la tesis de master Automatic Multispeaker Voice Cloning, J. Corentine

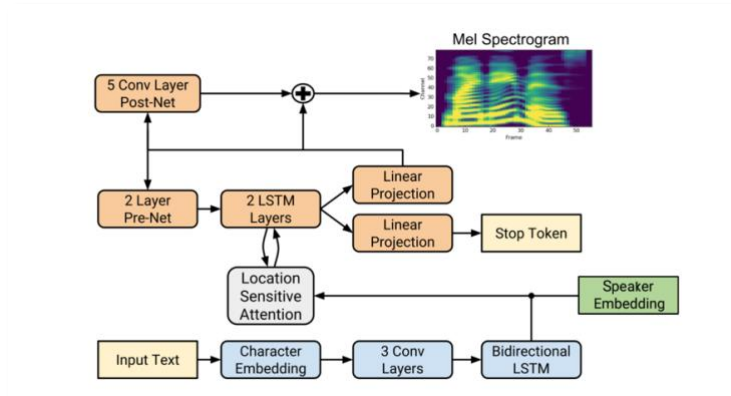


Figura 50 b :
Esquema del funcionamiento del algoritmo Tacotron2. Extraído de la tesis de master Automatic Multispeaker Voice Cloning, J. Corentine

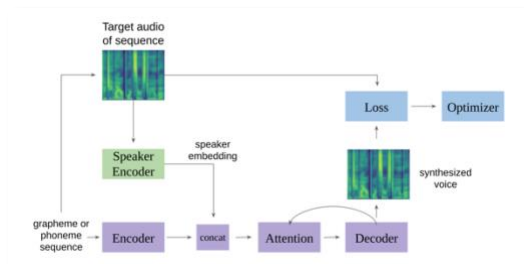
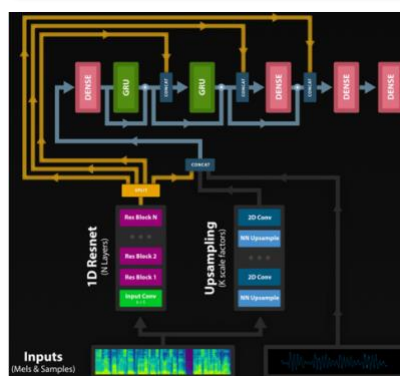


Figura 50 c :
Esquema del funcionamiento del algoritmo alternative WaverNN. Extraído de la tesis de máster Automatic Multispeaker Voice Cloning, J. Corentine



En esta práctica extrajimos los segmentos de entrevista a Angeles Gregorio que tuvieran el audio de voz más limpio y sus transcripciones correspondientes para intentar hacer el Fine Tunning de esta compleja

red neuronal y clonar la voz de la entrevistada Angeles Gregorio. Los fragmentos de audio escogidos eran de entre 5 y 10 segundos puestos que la red neuronal se satura por encima de estos tiempos (Jemine 2019, 24), sin embargo debido al entrenamiento de base de esta red tiene un claro acento anglosajón. La voz rasgada de la entrevistada, debido a su edad, también ha dado peores resultados que con voces más jóvenes y claras. Otro factor que creemos que ha afectado, ha sido la calidad de los audios puesto que se grabaron con el micrófono de la cámara, en exterior, introduciendo ruidos que dificultan el entrenamiento de dicha red neuronal.

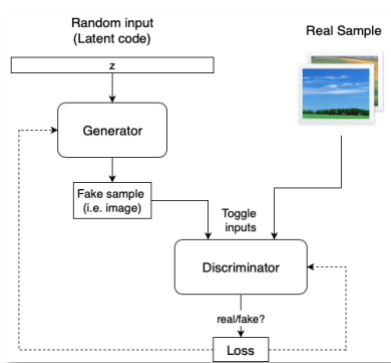


Figura 51: Esquema arquitectura GAN. Extraído de la web.

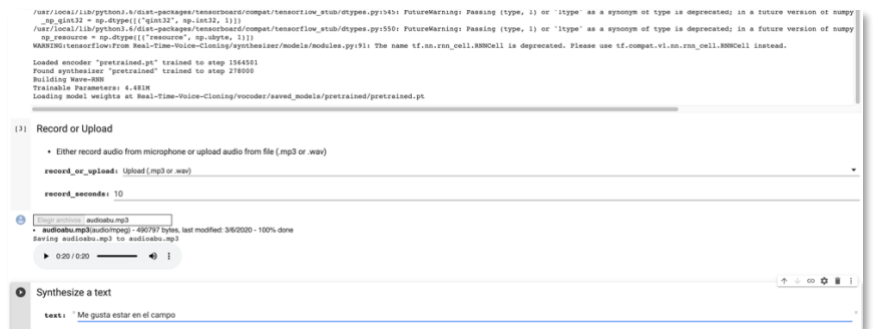


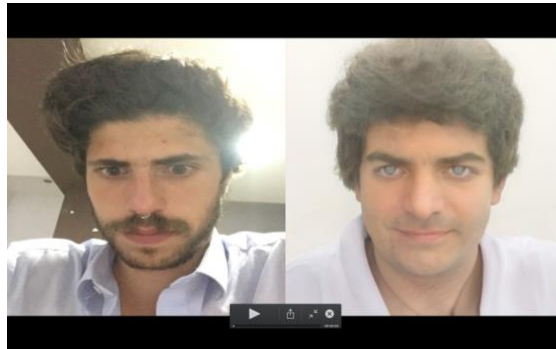
Figura 52: Recorte de la aplicación Real Time Voice Cloning. Elaboración propia.

Finalmente se introdujeron los textos desarrollados en la práctica anterior para ser reproducidos con la voz clonada (Ver Fig. 52). Debido a la acumulación de fallos hay una parte que es más inteligible y otra menos, esto será utilizado en la instalación final.

3.2.2.3 Contenido audiovisual

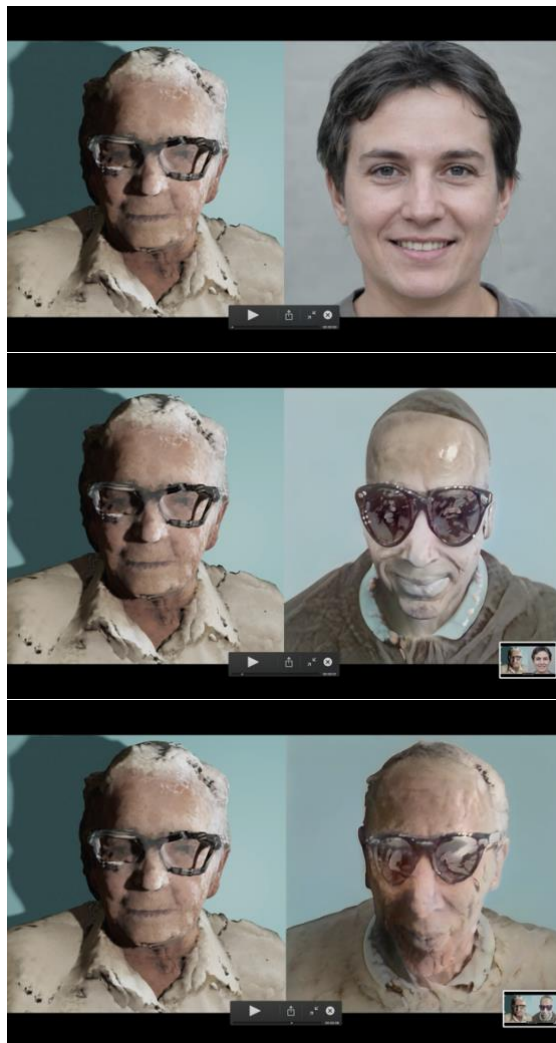
Para generar el contenido audiovisual final de la instalación utilizamos parte del contenido generado en las anteriores prácticas, audios y textos, junto con un archivo de video generado por la arquitectura StyleGAN2 (Karras, Laine, y Aila 2019). Esta arquitectura de red neuronal es del tipo generativa adversaria (ver Fig.51) entrenada sobre un set de datos de caras (elebA-HQ y FFHQ) y es capaz de generar imágenes de caras de alta resolución, controlando el tipo de características que queremos. Además se ha implementado una aplicación en google colabouratory (Google 2019) con la que entre otras cosas podemos introducir una imagen de referencia como input y generar un video en el que a partir de dicha imagen se generen otras caras (Ver Fig.53).

Figura 53: Primera prueba de video generado. Elaboración propia



Se decidió utilizar como input la figura escaneada y renderizada (ver apartado 3.2.3.1) de la persona entrevistada, para ver cómo trabaja el algoritmo de Deep Learning con inputs que ya han sufrido un proceso de codificación (ver Fig.54).

Figura 54: Video generado con el render de Angeles Gregorio como input. Elaboración propia



Este video se editó posteriormente para tener una única imagen transicionando entre la cara renderizada de la

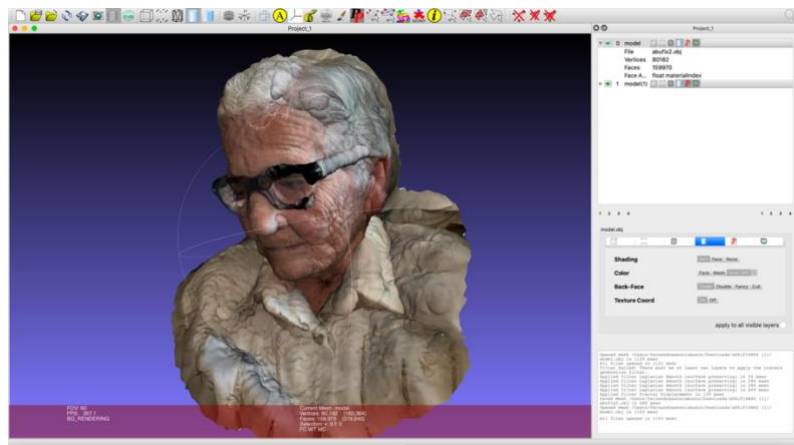
entrevistada Angeles Gregorio y las caras generadas por el algoritmo de Deep Learning StyleGAN2. Así en la escultura final aparece este video mapeado sobre una impresión 3D y reacciona a la interacción del público con la escultura definida en el apartado 3.2.4.

3.2.3. Escultura

3.2.3.1 Escaner 3D

Algunos algoritmos incluidos en la arquitectura de las redes neuronales incluyen procesos de codificación y decodificación que permite entre otras muchas cosas, fraccionar la información, filtrarla y analizarla. Esta parte del proceso escultórico quiere hacer físico este proceso de codificación de la realidad y ponerlo en contraste con los procesos de codificación virtuales que se aplican en estas redes neuronales. Para ello se utilizó la aplicación Trnio (Tressler 2020) de escáner 3D para móviles, dada la situación del COVID-19 el escáner de la entrevistada, Angeles Gregorio, fue realizado por una tercera persona. Se escanearon 270 grados del busto y 180 grados del envés y la palma de la mano. Posteriormente se subieron a la plataforma Sketchfab en formato .obj y desde ahí se descargo para su procesado (ver Fig. 55).

Figura 55: Visualización de la figura en el programa Meshlab.
Elaboración propia



3.2.3.2. Modelado e Impresión 3D

El objeto 3D **descargado incluía** además un mapa UV con las texturas y el color que facilitó el renderizado de imágenes posterior. Puesto que se iba a imprimir en 3D fue necesario trabajar el objeto 3D con el programa de modelado Blender 2.8 haciendo operaciones de renormalizado de las superficies, corrigiendo imperfecciones en la malla poligonal etc. (ver Fig.56)

Figura. 56 a: Errores en la malla poligonal de los modelos, proceso de corrección en Blender. Elaboración propia

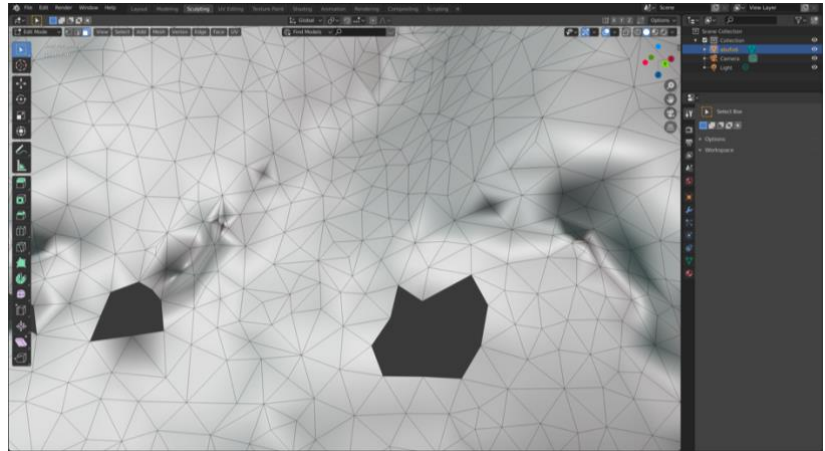
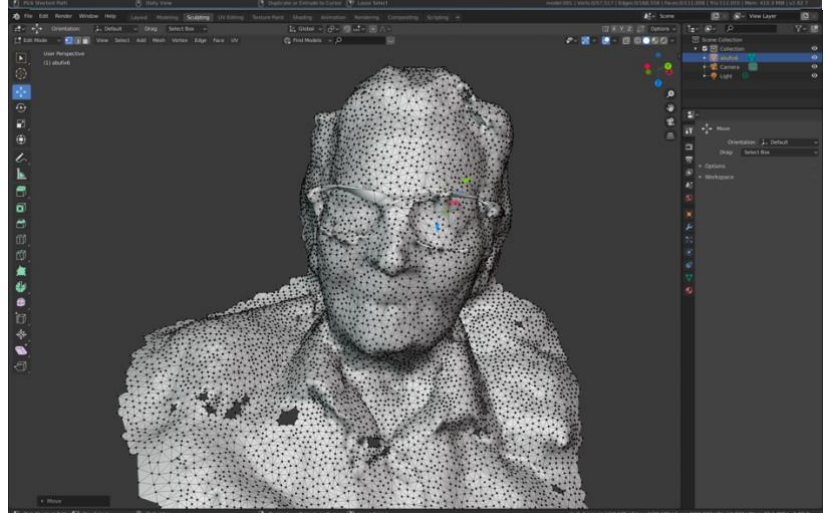


Figura. 56 b: Errores en la malla poligonal de los modelos, proceso de corrección en Blender. Elaboración propia



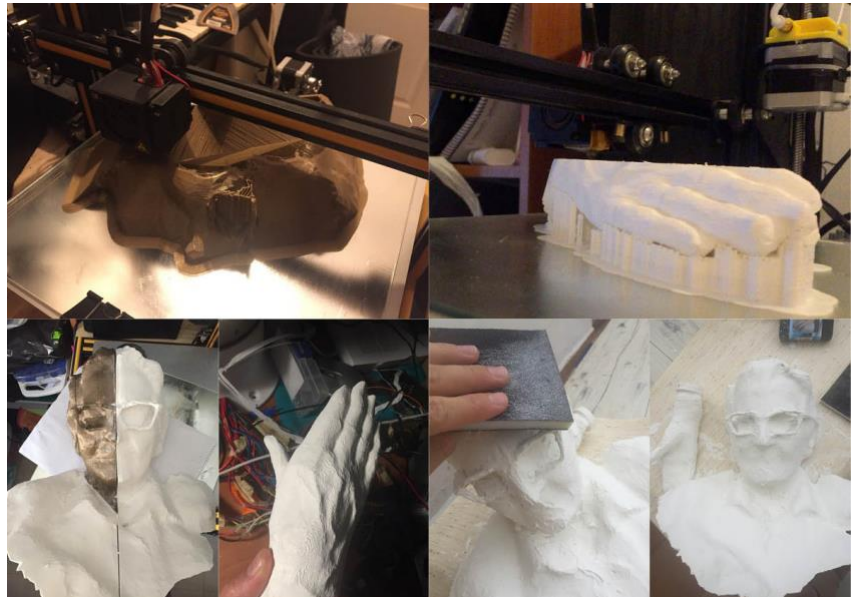
Figura. 56 c: Errores en la malla poligonal de los modelos, proceso de corrección en Blender. Elaboración propia



Para la impresión 3D, el busto se fraccionó en 4 secciones debido a su gran volumen, y la mano fue impresa en una sola pieza. Hubo algunos inconvenientes durante la impresión debido a que la bobina de PLA utilizada había retenido humedad, puesto que es un material bastante higroscópico. El tiempo de impresión de cada sección del busto fue de 16 horas aproximadamente y varias de ellas hubo que repetir las por lo que el proceso total se

demoró aproximadamente 1 semana, teniendo la impresora 3D trabajando las 24 horas del día. Las piezas se unieron con cianocrilato y el composite cianocrilato-bicarbonato en las juntas. Finalmente, a ambas se les aplicó una capa de masilla de escayola, fueron lijadas y se aplicaron varias capas de espray (ver Fig.57).

Figura 57 : Collage con las distintas etapas del proceso, impresión, pegado, enmasillado, lijado y pintado. Elaboración propia



3.2.3.3 Elementos constructivos

El proceso escultórico tomó como referencia algunos elementos visuales del entorno en el que se realizaron las entrevistas. Este entorno es el arrenal de la casa del pueblo de Angeles Gregorio en Pozuel del Campo. Esta casa fue construida añadiendo módulos habitacionales al hogar original, y adaptando los distintos departamentos de la casa a las necesidades de la familia, relacionadas normalmente con la producción económica y el modo de vida. Se puede apreciar en el uso de distintos materiales reciclados, cómo las necesidades eran resueltas día a día con el material que se tenía a mano (ver Fig. 59). El arrenal es un espacio adjunto a la casa y parte del corral, donde se mantenían algunos animales de producción como gallinas o conejos junto con pequeñas parcelas de cultivo. Este hubiera sido el entorno de trabajo y el lugar donde se realizaría la primera instalación si no hubiera sido por las condiciones de la COVID-19.



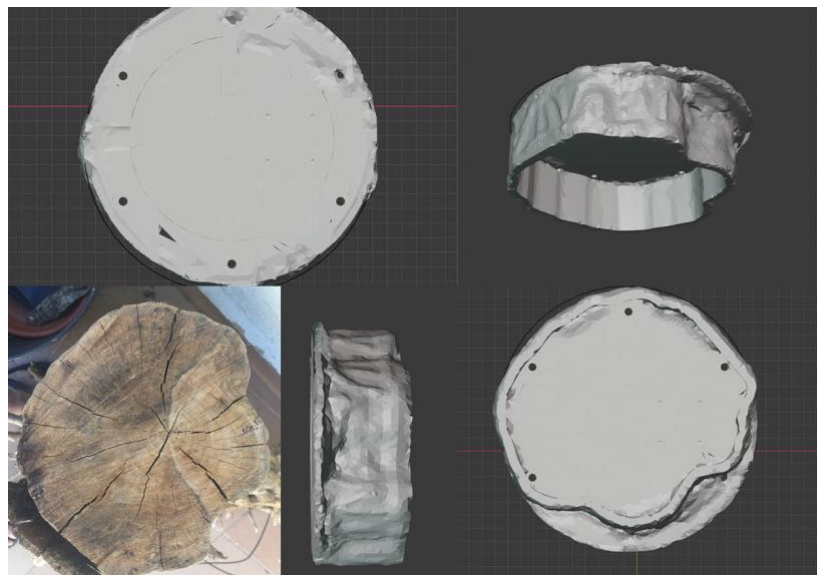
Figura 58 : Detalle del proceso de trabajo del tocón.
Elaboración propia.



Figura 59: Registro de la variedad de usos de materiales reciclados y técnicas constructivas. Elaboración propia.

Figura 60: Modelado 3D del adaptador brazo robótico-tocón. Elaboración propia.

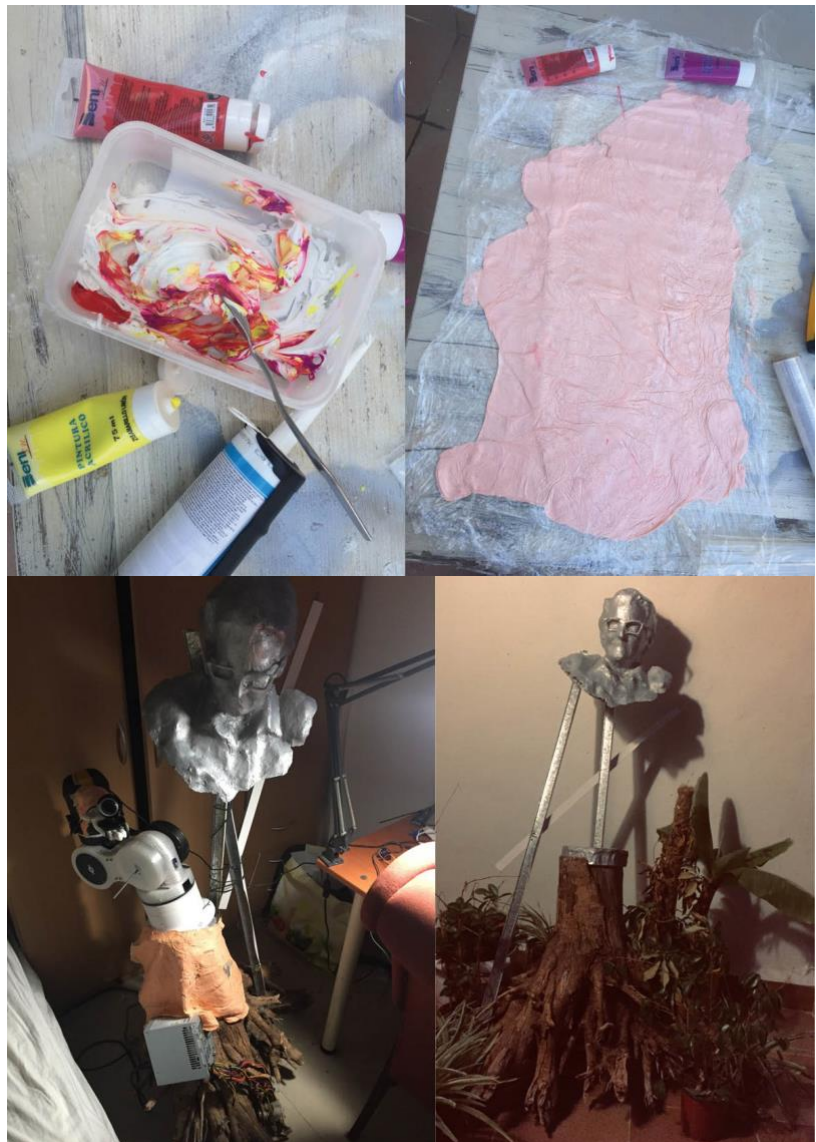
La escultura está formada en la base por un tocón seco de madera encontrado en la periferia de Valencia, y que había sido arrancado del suelo con anterioridad. Este tocón se limpió en el lugar en el que se encontró puesto que contenía restos de cemento mezclado con tierra del lugar en el que había sido plantado y era difícil de transportar. Posteriormente se le aplicó un tratamiento fungicida y un barniz en espray para protegerlo de la degradación (ver Fig.58).



Se modeló un adaptador para instalar el brazo robótico sobre el corte superior del tocón, modelándolo a partir de una fotografía y utilizando la base del brazo robótico como referencia para los agujeros de los tornillos de anclaje (ver Fig.60)

Se hizo una primera prueba de la instalación del busto sobre el tronco utilizando unos perfiles metálicos de construcción recuperados de la basura y que también son utilizados de distinta manera en el espacio de la entrevista, el arreñal. También se realizaron pruebas para elaborar una piel sintética para el brazo robótico. Finalmente se instalaron a vista en el tocón la fuente de alimentación del brazo robótico, el subwoofer, el microcontrolador y la pcb con los drivers, y uno de los altavoces (ver Fig. 61). La configuración final de la instalación estará descrita en el apartado 3.3.

Figura 61: Pruebas de acabados.
Elaboración propia.



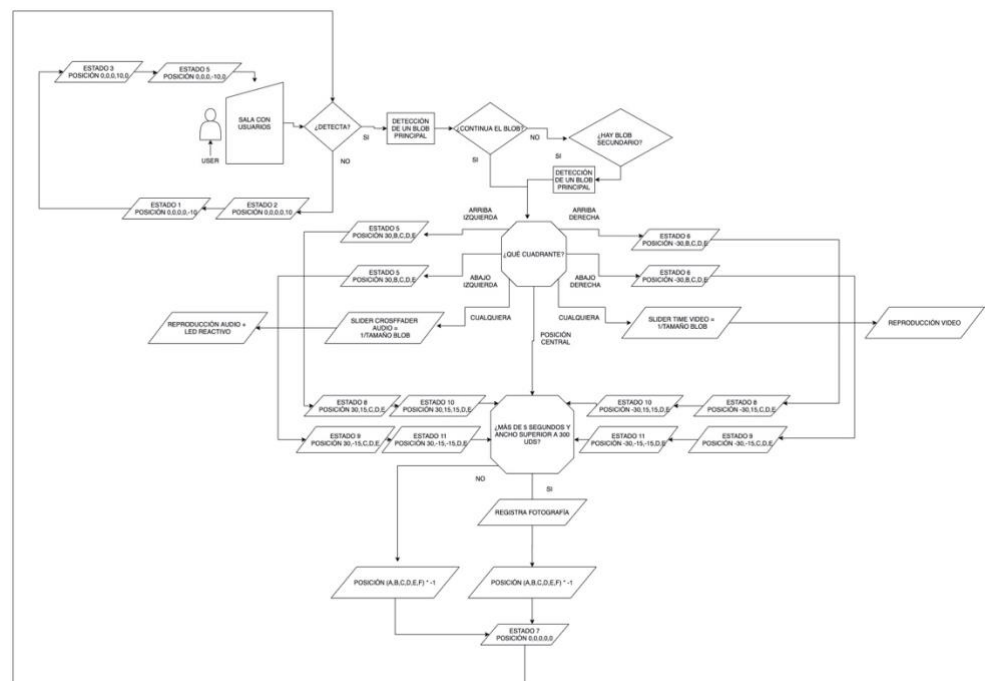
3.2.4. Interactividad

La interactividad pretende simular la actividad remanente en los restos de una máquina diseñada para buscar nuevos pobladores de esta zona deshabitada. Por ello las funciones principales son detectar caras, posicionarlas en el espacio, y contar la historia interpretada por la I.A a los espectadores. Es importante reseñar que parte del contenido de la escultura se ha construido utilizando algunas técnicas de Deep Learning, pero su funcionamiento se basa en técnicas de Machine Learning mucho más sencillas.

3.2.4.1 Diagrama de flujo

Este diagrama describe el funcionamiento de la instalación una vez está encendida y hay algún usuario en la sala. Se encuentra descargable en el Anexo 6.

Figura 62: Diagrama de flujo.
Elaboración propia.



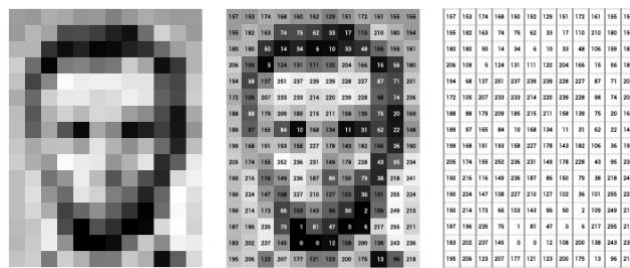
3.2.4.2 Mosaic:

“Mosaic es una aplicación de codificación en vivo y programación visual multiplataforma (osx, linux, windows) de código abierto, basada en openFrameworks.” (Mazza 2020a). Así la aplicación utiliza parte del kit de herramientas de C++ de código abierto openFrameworks (OF de aquí en adelante) diseñado para ayudar al proceso creativo relacionado con la manipulación trans-media. OF junto con los OFxAddons constituyen un ecosistema de programación y síntesis trans-media muy complejo. Por

ello el diseño de la interfaz de Mosaic envuelve el ecosistema anterior en un intuitivo sistema arrastrar/colocar objetos de generación, manipulación o reproducción de inputs/outputs, utilizando el mouse para conectarlos/deconectarlos entre sí, según el tipo de información que se intercambia entre estos objetos. Esto permite realizar programación de alto nivel en directo de manera intuitiva. En el siguiente nivel de interacción se puede programar a más bajo nivel generando scripts de programación, o manipulando los existentes, por medio de la entrada del teclado.

A modo de introducción se puede decir que las imágenes se almacenan y procesan en los sistemas informáticos como vectores numéricos de varias dimensiones que en general representan los valores RGB de cada uno de los píxeles que las conforman (Ver Fig. 63). Estas matrices numéricas pueden ser analizadas gracias a las propiedades matemáticas del algebra lineal y matricial. Así comparando los valores de los múltiples componentes de los vectores de dicha matriz podemos extraer información útil sobre la imagen, como: contornos, profundidad, texturas, colores etc. Cuando comparamos la información recogida de dicho análisis sobre una determinada categoría de imágenes (caras, perros, paisajes...) podemos establecer un criterio comparativo y discernir entre categorías. Según la capacidad computacional de los ordenadores, se puede hacer esto con video o en tiempo real. Los algoritmos son matemáticamente sencillos pero la cantidad de operaciones realizadas es enorme y la velocidad todavía mayor.

Figura 63: Composición propia con imágenes de recortes de imágenes y tabla de datos recopilados para el trabajo. Elabración propia.



Para la instalación se utiliza el objeto de Mosaic Haar Tracking, (Mazza 2020c). Esta técnica de clasificación proviene de una implementación de Jones y Viola (Viola y Jones 2004) de la técnica Haarwavelets (Oren et al. 1997) denominada Haar-cascade classifier. Estos definieron una serie de clasificadores, denominados Haar, que analizan regiones de píxeles de una imagen dada (ver Fig.64 y Fig.65). En el patch del análisis en tiempo real de los frames capturados por la webcam obtenemos un array vectorial de información por cada uno de los blobs detectados a través de esta técnica en el archivo de Mosaic. Estos blobs contienen información, tal como la posición, dimensión, tamaño o el tiempo transcurrido desde

su creación. Esta información es la que utilizaremos para controlar el flujo interactivo de la instalación.

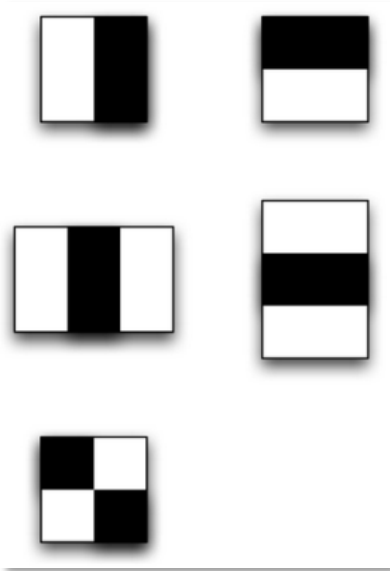
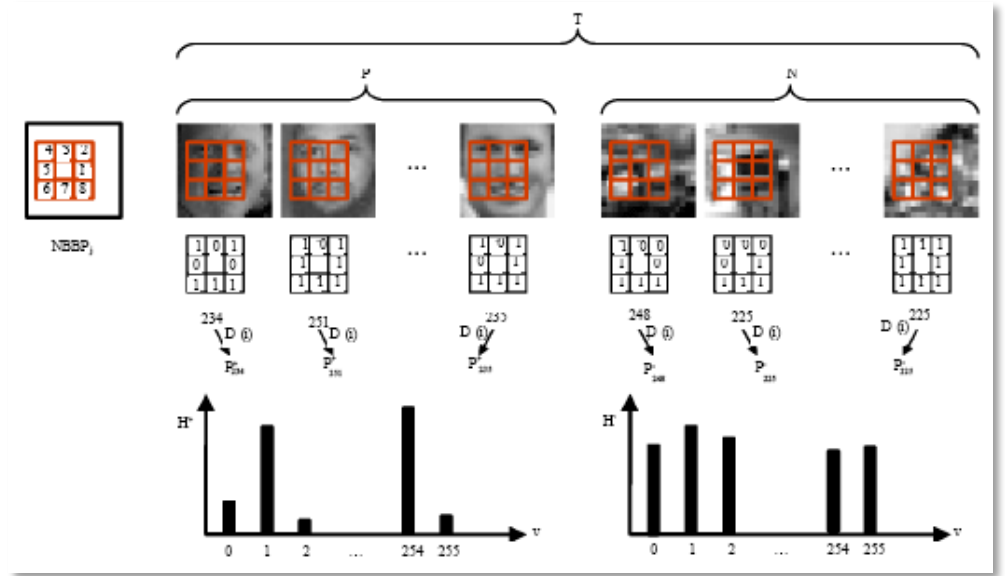


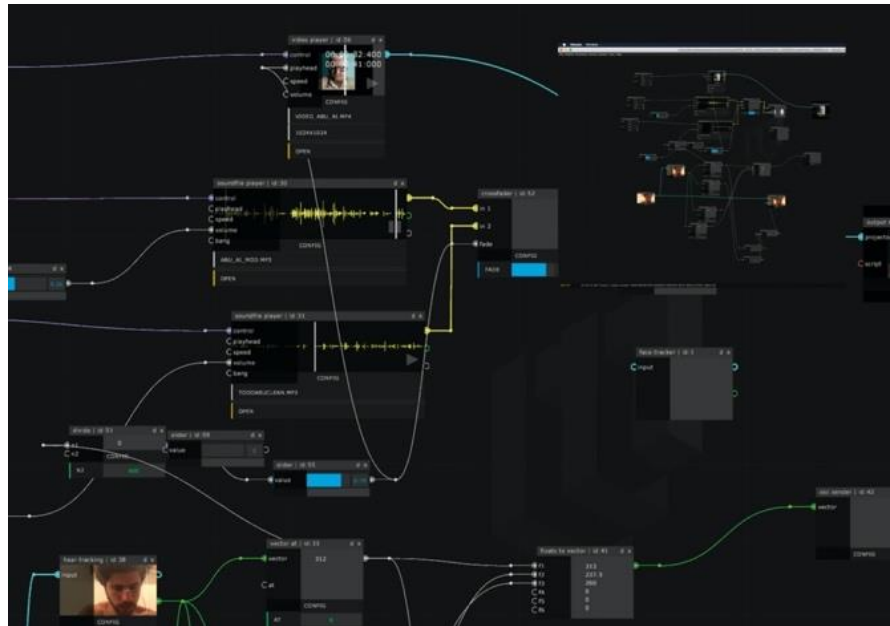
Figura 64: Clasificadores Haar. Extraído de la web.

Figura 65: Análisis de intensidad comparativo por regiones de píxeles. Extraído de la web



El patch de Mosaic cuenta además con la siguiente conexión de objetos que le permiten: manipular y reproducir audio y video, enviar valores por OSC a la herramienta de ML, Wekinator, y hacer un registro de las caras que se acerquen lo suficiente a la instalación. Estos son dos objetos Soundfile player (Mazza 2020d) unidos a un Crossfader (Mazza 2020b) para ajustar el volumen de los archivos de audio, de manera inversamente proporcional a la distancia de las caras detectadas. También un objeto Video player (Mazza 2020e) conectado a un Slider que controla la posición del playhead para que sea proporcional a la distancia y así transicionar entre imágenes más reconocibles, al principio del video generado por A.I, y las menos al final (Ver.Fig 66). Se puede descargar un video resumen de su funcionamiento en el Anexo 7.

Figura 66:
Detalle del patch de Mosaic de la
instalación. Elaboración propia.



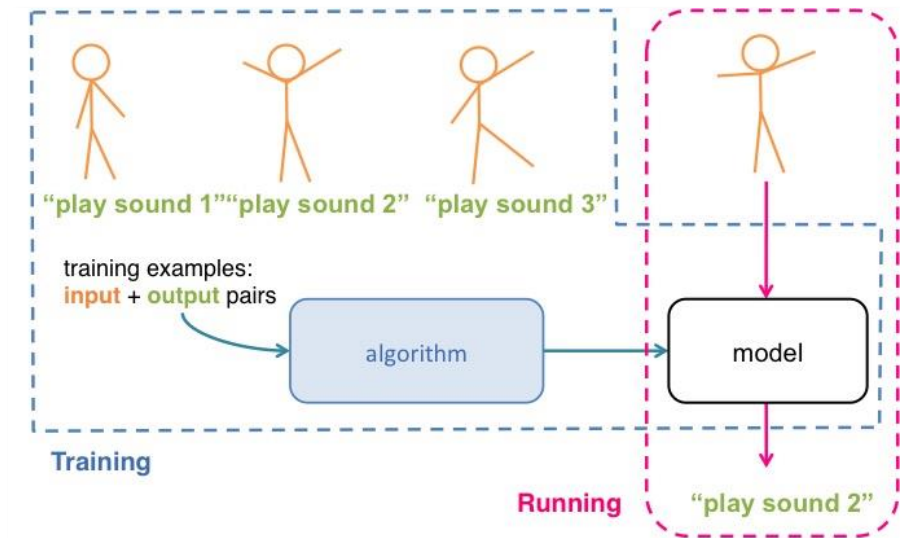
Si el blob detectado se acerca a la cámara aumenta su tamaño, si además permanece más de unos determinados segundos genera una señal o bang que activa el objeto que almacena una captura de lo que está registrando la cámara. Dado que el objeto de captura de imagen sobrescribe el nombre original no se acumulaban las capturas, por ello se ha incluido un pequeño código de Power Shell que renombra automáticamente los archivos que aparecen en una carpeta (ver Anexo 7).

3.2.4.3 Wekinator - Processing:

Wekinator es al ecosistema de ML lo que Mosaic al de OF. Este software gratuito de código abierto creado por Rebecca Fiebrink (2011) permite desarrollar un sistema de aprendizaje automático basado en algoritmos de ML supervisado de manera sencilla e intuitiva, pudiendo realizar fácilmente aplicaciones de interacción humano computadora HCI sin necesidad de programar. Utiliza el protocolo OSC de comunicación para gestionar los inputs/outputs de los datos procesados por uno de los algoritmos de ML elegido.

Wekinator permite a los usuarios construir nuevos sistemas interactivos al relacionar las acciones humanas con las respuestas de la computadora, sin necesidad de escribir código de programación, convirtiéndose en una herramienta de alta utilidad para los artistas multimedia (Ver Fig.67).

Figura 67: Diagrama de flujo del funcionamiento de la aplicación Wekinator. Extraído de la web.



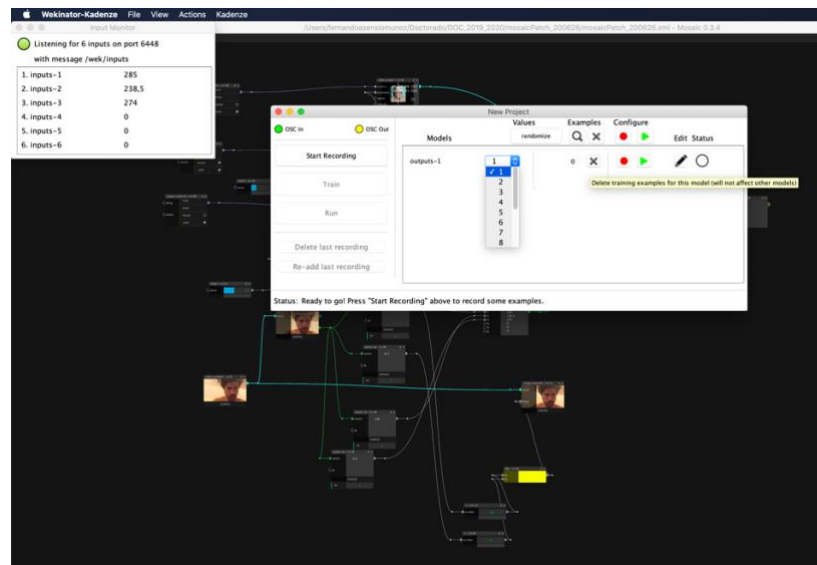
En el caso de esta instalación se utilizará para provocar una respuesta en la posición del brazo robótico, la proyección sobre la escultura y el audio. La ventaja de este sistema es que no depende de unos valores de input fijos, sino que tan solo se necesita entrenar el sistema y los sensores en las condiciones locales de la instalación.

Debido a las limitaciones en la capacidad de movimiento del brazo robótico, se establece una correlación entre los movimientos de sus articulaciones y la información captada por la webcam y procesada por Mosaic. Wekinator recibe de Mosaic el siguiente array de información: 1. Edad del haar blob, 2. Centro X del blob, 3. Centro Y del blob, 4. Ancho del rectángulo contenedor del blob (ver Fig.68 y Fig.69).

Figura 68: Array blobs. Extraído de la página web.

```
[1] --> number of active haar blobs
[2] --> blob ID ---> accessible as _mosaic_data_inlet[2 + 8*N] for N blobs
[3] --> blob age (milliseconds) ---> accessible as _mosaic_data_inlet[3 + 8*N] for N blobs
[4] --> blob center X ---> accessible as _mosaic_data_inlet[4 + 8*N] for N blobs
[5] --> blob center Y ---> accessible as _mosaic_data_inlet[5 + 8*N] for N blobs
[6] --> blob bounding rect X ---> accessible as _mosaic_data_inlet[6 + 8*N] for N blobs
[7] --> blob bounding rect Y ---> accessible as _mosaic_data_inlet[7 + 8*N] for N blobs
[8] --> blob bounding rect Width ---> accessible as _mosaic_data_inlet[8 + 8*N] for N blobs
[9] --> blob bounding rect Height ---> accessible as _mosaic_data_inlet[9 + 8*N] for N blobs
```

Figura 69: Recorte del funcionamiento de Mosaic y Wekinator. Elaboración propia .

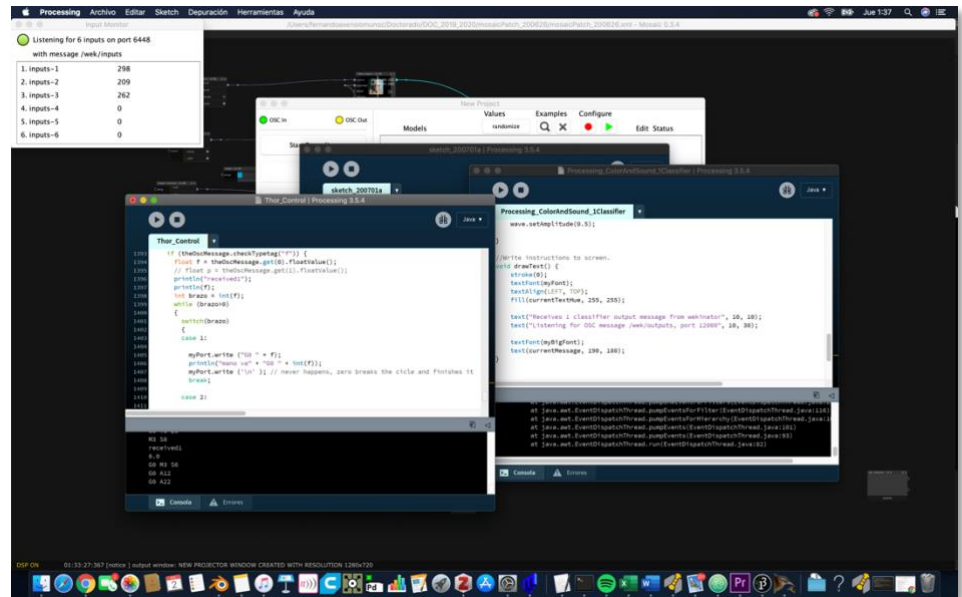


Con estos 4 inputs se entrena el algoritmo de machine Learning seleccionado en Wekinator (Naives Bayes) para que pueda discernir entre 11 outputs/estados que serán enviados al microprocesador a través del programa de control escrito en Processing y la librería oscP5:

1. Estado 1: Giro 10 grados de la articulación 56
2. Estado 2: Giro -10 grados de la articulación 56
3. Estado 3: Giro 10 grados de la articulación 4
4. Estado 4: Giro -10 grados de la articulación 4
5. Estado 5: Giro 30 grados de la articulación base
6. Estado 6: Giro -30 grados de la articulación base
7. Estado 7: Giro 0 grados de la articulación base
8. Estado 8: Giro 15 grados de la articulación 2
9. Estado 9: Giro -15 grados de la articulación 2
10. Estado 10: Giro 15 grados de la articulación 3
11. Estado 11: Giro -15 grados de la articulación 3

El programa de Processing se basa en una aplicación creada para el control del brazo robótico Thor por uno de sus constructores (Lisergio 2020), a la que se le añade la función de comunicación con Wekinator y el control por estados a través de la función Switch (ver Anexo 7 y Fig.70). Así hay un caso por cada estado enviado por Wekinator y cada estado correspondiente a una situación de entrenamiento concreta relacionada con el input de la cámara web de la instalación y el haar cascade aplicado. De esta manera si cambiamos la instalación de lugar y condiciones lumínicas solo tendríamos que reentrenar los estados de Wekinator para esas condiciones.

Figura 70: Mosaic, wekinator y Processing funcionando en la instalación. Elaboración propia



3.3. INSTALACIÓN

Todo el proyecto se pensó en un principio para trabajar con materiales del lugar del objeto de estudio sin embargo dada la situación de la COVID-19 no ha sido posible en lo físico. Sin embargo, con la instalación y el desarrollo del Trabajo Final de Máster, se ha tratado de recrear un objeto que pertenecería a un futuro distópico en el que la inteligencia artificial no ha llegado a tiempo de ofrecer soluciones en aquellas zonas que poco a poco están perdiendo población humana. La instalación se ha realizado provisionalmente en una habitación cuyo espacio libre era de apenas 2,5 m por 1,5 m sin contar la instalación, lo que ha dificultado la puesta a punto del funcionamiento de la misma. Se han adjuntado: un video de su funcionamiento (descargar de Anexo 8 o acceder al siguiente enlace: <https://youtu.be/wijjOEJSyks>), las especificaciones técnicas ideales de instalación, y unas fotografías representativas.

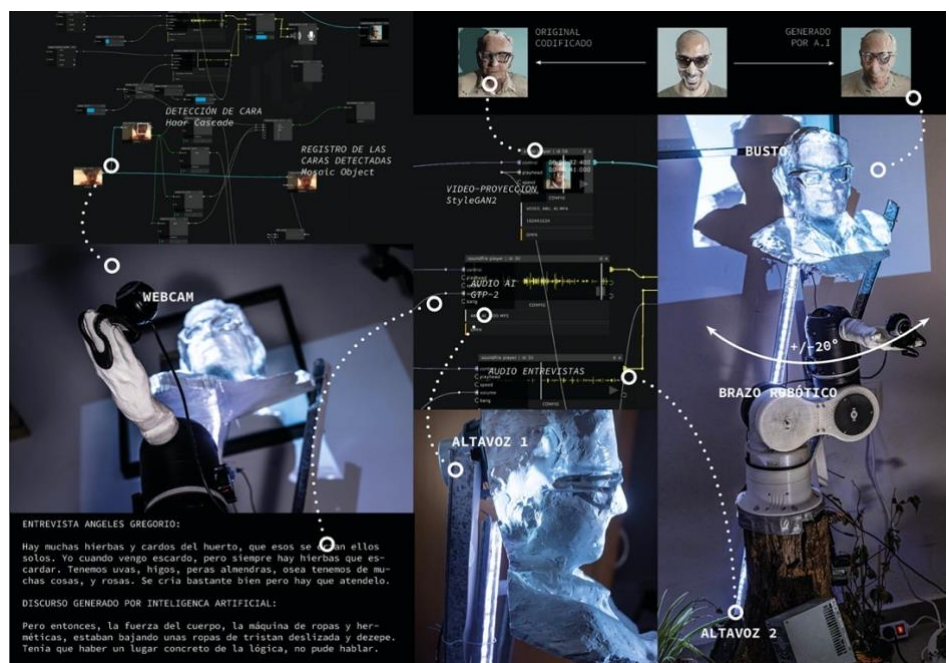
3.3.1. DESCRIPCIÓN

La escultura funciona según el flujo de interacción descrito en el subapartado 3.2.4 anterior. Como se ha descrito a lo largo del proyecto, la escultura es una representación de un objeto fallido que alude a ese futuro distópico en el entorno rural deshabitado. Quiere dar voz a la situación actual del proceso de despoblación y ponerla en contraste con el desarrollo tecnológico y los logros en el ámbito de la inteligencia artificial y el machine learning. Por último recoge una relación sentimental con los pequeños datos que nos identifican y que, a pesar de los avances tecnológicos, difícilmente sustituyen la experiencia humano-

humano. Así la instalación, busca rostros humanos en la sala y los almacena de manera compulsiva cuando los detecta. La distancia entre el espectador detectado y la escultura es inversamente proporcional a la claridad del mensaje audiovisual que se genera. Cuando más nos alejamos de la instalación esta reacciona mostrando su lado más artificial e ininteligible y cuando nos acercamos muestra con claridad el objeto de la investigación, el registro y las entrevistas a Angeles Gregorio sobre del problema de la despoblación que ella misma ha sufrido (ver Fig.72 y Anexo 8).

Figura 71: Detalles de la instalación. Elaboración propia

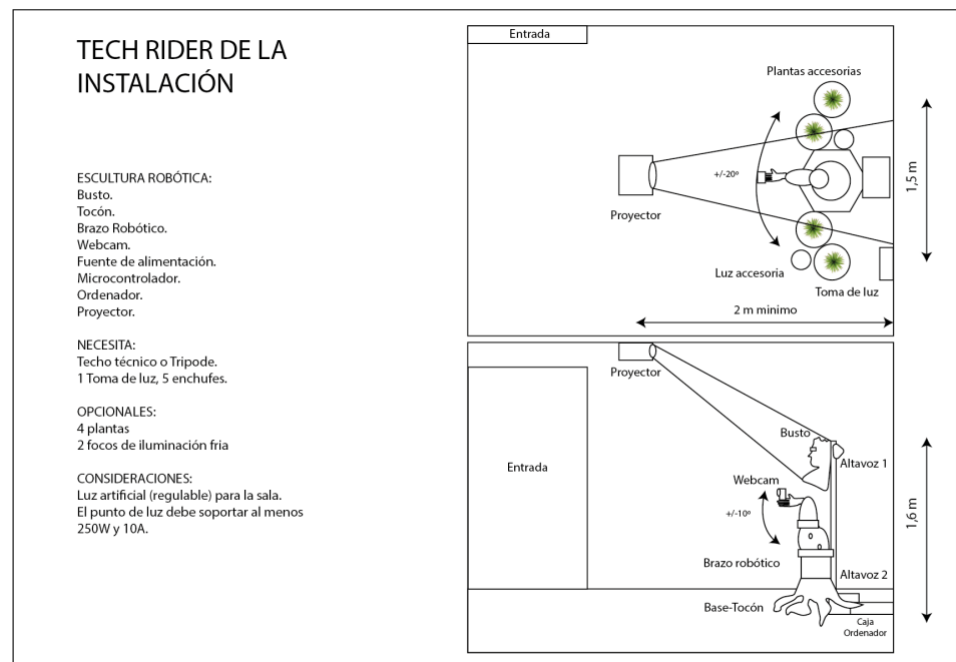
Figura 72: Explicación en funcionamiento. Elaboración propia



3.3.2. TECH RAIDER

El tech raider (ver Fig.73) describe las necesidades técnicas de la instalación y su disposición en la sala mediante un pequeño croquis. Al ser una instalación escultórica interactiva con uso de proyector, necesita un espacio en el que se pueda controlar la luz, ajustar el sonido con otras instalaciones adyacentes con contenido sonoro, si las hubiera, y un punto de corriente eléctrica que aguante 250W y 10A. Además, habría que advertir a los usuarios que la instalación registra las caras y podrán ser utilizadas en piezas artísticas posteriores.

Figura 73: Tech Rider de la instalación. Elaboración propia.



3.3.3 INSTRUCCIONES DE MONTAJE – DESMONTAJE

Todos los componentes de la escultura están unidos con tornillos y alambre, la escultura se puede dividir en los siguientes componentes: tocón, fuente de alimentación, altavoces y subwoofer, brazo robótico junto con microcontrolador, busto, webcam, ordenador.

3.3.3.1 Montaje

1. Colocar el subwoofer bajo el tocón
2. Atornillar la fuente de alimentación en el tocón
3. Encajar el brazo robótico sobre el tocón.
4. Atornillar los perfiles de aluminio al tocón.
5. Atornillar el busto a los perfiles de aluminio.
6. Atornillar el altavoz 1 a la parte posterior del busto.
7. Atornillar el altavoz 2 al tocón.
8. Colocar el ordenador en la caja correspondiente en la parte posterior.

9. Conectar altavoces al subwoofer y este al ordenador con cable Jack 3.5 a RCA estéreo.
10. Colocar el proyector en el techo técnico.
11. Colocar la webcam en la palma de la mano del brazo robótico y conectarla al ordenador.
12. Conectar la fuente ATX para alimentar el brazo robótico (ficha con cable amarillo 12V+ a 12V+ de la PCB y negro tierra a tierra PCB).
13. Conectar la fuente ATX para alimentar el microcontrolador con conector de barril.
14. Conectar tira led a fuente ATX (ficha con cable amarillo 12V+ a 12V+ de la PCB y negro tierra a tierra PCB).
15. Conectar ordenador con cable USBC-HDMI al proyector.
16. Conectar ordenador, fuente ATX, proyector y subwoofer a la toma de corriente.
17. Encender ordenador.
18. Abrir parche de Mosaic activar el objeto video graber, seleccionar la webcam del brazo robótico y realizar las conexiones entre los objetos video graber y haar tracking (ver Anexo 7).
19. Realizar el mapeado del video sobre el busto con Mosaic.
20. Activar el audio del patch de Mosaic y pulsar play sobre todos los controladores con el modo loop seleccionado.
21. Abrir y ejecutar el archivo de Wekinator y WekInpuhelper ABU comprobando que llegan los mensajes OSC correctamente.
22. Abrir el archivo de Processing Thor_control_Fer.
23. Conectar el microcontrolador y la webcam al ordenador.
24. Ejecutar el archivo de Processing Thor_control_Fer seleccionando el puerto en el que está conectado el microcontrolador.

3.3.3.2 Desmontaje

El desmontaje sigue el proceso inverso al montaje en orden y en tipo de acción. Del punto 24 al 1 sustituyendo conectar, ejecutar y atornillar por la acción opuesta (Desconectar, parar, desatornillar, apagar).

3.3.4 PIEZAS Y PRESUPUESTO

El presupuesto de este proyecto en materiales se desglosa en 4 bloques, piezas compradas para el brazo robótico, piezas del proceso (incluido las piezas recicladas a las que les pondrá un valor aproximado), equipo de producción y otros gastos (ver Anexo 9). Hace un total de 4430 euros, estos costes se pueden reducir si se encargan las piezas a distribuidoras chinas, pero se necesita mucho más tiempo para recopilar el material, especialmente si hay algún tipo de crisis internacional o económica como ha sucedido durante la pandemia del COVID-19. Este presupuesto es el que hay que tener en cuenta a la hora de asegurar la instalación.

4. CONCLUSIONES.TYPE_IV

Este proyecto de investigación ha acometido satisfactoriamente los objetivos particulares propuestos al comienzo de la investigación. Cabe mencionar que a principios del semestre en el que se ha desarrollado la misma hubo que renunciar al objetivo particular C.3, *participar en exposiciones y congresos para compartir y ampliar la investigación*, debido a la situación de la COVID-19. Sin embargo, puesto que se va a intentar continuar la línea de investigación en la investigación doctoral, se intentará llevar alguno de los resultados a exposiciones o congresos donde poder revisar tanto el contenido teórico como práctico a lo largo del segundo semestre del año 2020.

La síntesis en forma de instalación de este trabajo a puesto de manifiesto muchas posibles mejoras formales y de contenido. Destacaría el limitado funcionamiento del brazo robótico debido al desgaste de las piezas plásticas y la imposibilidad temporal y económica de realizar los pertinentes ensayos y ajustes durante la fabricación del mismo. Además, el funcionamiento de los 3 programas ejecutándose utiliza todos los recursos del ordenador ocasionando algunas fayas en el funcionamiento.

Por ello se propone una optimización del funcionamiento de la instalación sintetizando su funcionamiento a solo dos programas Mosaic y Wekinator y un rediseño del brazo robótico simplificándolo y optimizándolo para las necesidades de la instalación.

Una de las fallas materiales más costosas del trabajo está relacionada con el protocolo de conexión-desconexión de la instalación. Si se dejaba de alimentar el microcontrolador antes de ser desconectado del ordenador, el microcontrolador se alimenta alternativamente a través del puerto USB pudiendo quemar los transformadores de corriente del microcontrolador o del propio ordenador.

Para solucionar esto se plantea desarrollar más adelante un prototipo con comunicación inalámbrica entre el ordenador y el microcontrolador, en vez de comunicación serial.

La investigación sobre la despoblación se ha limitado a una sola localidad y una persona entrevistada, así uno de los objetivos firmes de los siguientes meses de investigación doctoral será ampliar la recopilación de información de dicha problemática, continuando con las entrevistas y la recopilación de datos audiovisuales en otras zonas afectadas por la problemática de la despoblación.

La evolución de las técnicas de inteligencia artificial está en fase de desarrollo exponencial, cada vez hay más personas participando en su desarrollo y difundiendo el conocimiento en internet. Sin embargo, tras la experiencia con este proyecto y dentro del ámbito artístico, consideramos que es muy importante optimizar la relación entre recursos (técnicos o materiales) y el contenido.

Consideramos que las hipótesis planteadas, H1: *¿Los recursos narrativos de la ciencia ficción pueden ampliar la capacidad del discurso académico?*, y H2: *¿Expone el uso de herramientas de machine learning e inteligencia artificial las relaciones de poder en el ámbito de la tecnología y el entorno rural?*, se han visto refutadas positivamente en tanto que se ha podido sintetizar la investigación académica teórico-práctica en una instalación que, haciendo referencia al discurso de la ciencia-ficción, expone en ella la relación de la tecnología con la problemática de la despoblación y las personas alrededor de la misma. Queda pendiente revisar estos resultados exponiendo la instalación a la crítica de usuarios e investigadores.

Al comienzo de este trabajo se decidió equiparar cada uno de los apartados con los 4 tipos de inteligencia artificial propuestas por Arend Hintze (2016). Así comparamos este apartado con aquellas máquinas de inteligencia artificial que son capaces de tener conciencia de sí mismas. Se considera que este tipo de máquinas serán las más avanzadas construidas por el hombre hasta la fecha porque esta característica permite ser autocrítico, proponer mejoras, tener voluntad propia de resiliencia. Las conclusiones no solo son en este trabajo una breve revisión de los objetivos propuestos y su grado de cumplimiento sino una crítica al trabajo realizado que dé pie a la continuación del mismo.

5. ANEXOS, BIBLIOGRAFIA Y FIGURAS.

5.1. ÍNDICE DE FIGURAS

- Fig.1 Infografía sobre localización de Pozuel del Campo. Elaboración propia.
- Fig.2 Inductivo bonito y cerrado. Elaboración propia.
- Fig.3 Estructura cristalina del silicio, Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales, Figuras 11.20, 11.21, y 11.24.
- Fig.4 José Luis Brea, Ornamento y Utopía, Cartografías del campo de la escultura años 80 y 90
- Fig.5 Cartografía Metaespacios, inspirada en la estructura atómica cristalina del silicio. Elaboración propia.
- Fig.6 Grafico 1. Evolución de la población rural respecto a la urbana (%). Elaboración del INE a partir de datos del Padrón Municipal de Habitantes 1990, 1994, 1999, 2003 y 2008
- Fig.7 Variación de la población española 1950-1981. Extraído de Wikimedia Commons
- Fig.8 Evolución de las pirámides de población rural entre 1950 y 2000. Fuente: Colección de estudios sociales, Nº27. La población rural de España. De los desequilibrios a la sostenibilidad Social.
- Fig.9 Secuencia fotografías Pozuel del Campo. Elaboración propia
- Fig.10 Relación Arte-Ciencia. Elaboración propia.
- Fig.11 Fotogramas referencias IA. Elaboración propia.
- Fig.12 Neurona artificial vs Neurona biológica. Extraído entrada del blog de Fernando Sancho Caparrini, redes Neuronales: una visión superficial.
- Fig.13 Poster de tipos de redes neuronales. Extraído entrada de la web del instituto asimov, <https://www.asimovinstitute.org/neural-network-zoo/>
- Fig.14 Diagramas de Venn IA. Ilustración propia.
- Fig.15 Relación tamaño de la población vs. cuota mercado (%), Análisis geográfico de los servicios de banda ancha y despliegue de NGA en España, diciembre 2014, CNMCS. Extraído del informe de UGT.
- Fig.16 Informe sobre los consumos y gastos de los hogares españoles en los servicios de comunicaciones electrónicas, segundo semestre 2013, CNMCS. Extraído del informe de UGT.
- Fig.17 Mapa de Cobertura de Banda Ancha en España en el caso de redes fijas con al menos 100 Mbps en 2018

- Fig.18 Fotografía de la pieza *Environment Dress*, de María Castellanos. Extraído de la web.
- Fig.19 Fotografía del taller Somatizar los Datos co-dirigido por Alejandra López.
- Fig.20 Recorte de la aplicación del juego *The game of life* en Google experiments. Extraído de la web.
- Fig.21 Recorte del video producido para el álbum *On Time out of Time*. Extraído de la web.
- Fig.22 Composición con imágenes de la performance de Steve Mann, *Safetyglasses: Safety First*, 1997. Elaboración propia
- Fig.23 Imagen de la intervención de la artista de Menezes en las mariposas. Extraído de la web de la misma artista.
- Fig.24 Fotograma de la serie *The Mandalorian*, donde vemos a Kuiil “experiencia nativa” y a el Mandaloriano “lo exógeno”. Fotograma extraído de la misma serie.
- Fig.25 Ilustración 3D propia del “Metaespacio” generado a partir del marco teórico referencial. Ilustración 3D propia del “Metaespacio” generado a partir del marco teórico referencial. Elaboración propia.
- Fig.26 Composición de imágenes de recortes de imágenes y tabla de datos recopilados para el trabajo. Elaboración propia.
- Fig.27 Tablas de datos de la entrada del Marco teórico-referencial, Metaespacios, Arte de los Nuevos Medios, a la aplicación graphcommons. Elaboración propia.
- Fig.28 Tablas de datos de la entrada del Marco teórico-referencial, Metaespacios, a la aplicación Graphcommons. Elaboración propia.
- Fig.29 Recortes de la entrada marco teórico-referencial, Metaespacios a la aplicación Graphcommons. Elaboración propia.
- Fig.30 Tabla comparativa entre técnicas de clusterización y visualización de datos respecto a una base de datos dada. Extraída del paper correspondiente.
- Fig.31 Tabla comparativa entre técnicas de clustering y visualización de datos, t-SNE, LSP, MDS, respecto a DT1-DT9. Extraída del paper correspondiente.
- Fig.32 Array de imágenes 10x10 del marco teórico. Elaboración propia.
- Fig.33 Visualización 3D del marco-teórico referencial clusterizado . Elaboración propia.
- Fig.34 Sketches del proceso del desarrollo de la escultura. Elaboración propia.

Fig.35 Brazo Robótico Thor. Extraído de la web.

Fig.36 Impresiones 3D PLA (derecha) y ABS (izquierda). Elaboración propia.

Fig.37 Esquema de la PCB de control del brazo robótico. Extraído del proyecto open source *Thor robotic arm*.

Fig.38 Fotografía impresión 3D ABS fallida. Elaboración propia.

Fig.39 Detalle extracción de soporte en pieza PLA 3D. Elaboración propia.

Fig.40 Detalle correcciones en montaje, de izquierda a derecha: Cianocrilato, silicona, micro-taladro, soldador. Elaboración propia.

Fig.41 Ejemplos problemas resueltos Pix2Pix. Extraído de la web.

Fig.42 Esquema red neuronal Pix2pix. Extraído de la web.

Fig.43 Esquema encoder-decoder. Extraído del paper Applications of Generative Adversarial Networks (GANs): An updated Review

Fig.44 Google Colab, Pix2Pix entrenamiento despoblación. Elaboración propia.

Fig.45 One-hot vs Word embeddings. Extraído de la web.

Fig.46 Representación de correlación en el espacio vectorial. Extraído de la web.

Fig.47 Transcripción de la entrevista realizada a Angeles Gregorio, mezcla fabla, localismos y castellano. Recorte de pantalla de la práctica 3.3.2.2.2.

Fig.48 Texto con errores gramaticales y léxicos generado por GPT-2. Recorte de pantalla de la práctica 3.3.2.2.2.

Fig.49 Tabla de los algoritmos implementados. Extraída del repositorio correspondiente en github.

Fig.50 a,b,c Esquema del funcionamiento de los algoritmos SV2TTS, Tacotron2, WaveRNN. Extraído de la tesis de máster Automatic Multispeaker Voice Cloning, J. Corentine

Fig.51 Esquema arquitectura GAN. Extraído de la web.

Fig.52 Recorte de la aplicación Real Time Voice Cloning. Elaboración propia.

Fig.53 Primera prueba de video generado. Elaboración propia

Fig.54 Video generado con Render de Angeles Gregorio como input. Elaboración propia.

Fig.55 Visualización de la figura en el programa Meshlab. Elaboración propia.

- Fig.56 a,b,c Errores en la malla poligonal de los modelos, proceso de corrección en Blender. Elaboración propia.
- Fig.57 Collage con las distintas etapas del proceso, impresión, pegado, enmasillado, lijado y pintado. Elaboración propia.
- Fig.58 Detalle del proceso de trabajo del tocón. Elaboración propia.
- Fig.59 Registro de la variedad de usos de materiales reciclados y técnicas constructivas. Elaboración propia.
- Fig.60 Modelado 3D del adaptador brazo robótico-tocón. Elaboración propia.
- Fig.61 Pruebas de acabados. Elaboración propia.
- Fig.62 Diagrama de flujo. Elaboración propia.
- Fig.63 Composición propia con imágenes de recortes de imágenes y tabla de datos recopilados para el trabajo. Elaboración propia.
- Fig.64 Clasificadores Haar. Extraído de la web.
- Fig.65 Análisis de intensidad comparativo por regiones de píxeles. Extraído de la web.
- Fig.66 Detalle del patch de Mosaic de la instalación. Elaboración propia.
- Fig.67 Diagrama de flujo del funcionamiento de la aplicación Wekinator. Extraído de la web.
- Fig.68 Array blobs. Extraído de la página web.
- Fig.69 Recorte del funcionamiento de Mosaic y Wekinator. Elaboración propia.
- Fig.70 Mosaic, wekinator y Processing funcionando en la instalación. Elaboración propia.
- Fig.71 Detalles de la instalación. Elaboración propia.
- Fig.72 Explicación en funcionamiento. Elaboración propia.
- Fig.73 Tech Rider de la instalación. Elaboración propia.

5.2. BIBLIOGRAFÍA

- Andreasson, Kim. 2013. «Redefining the digital divide». Accedido 12 junio 2020. https://www.huawei.com/ilink/en/download/HW_314193
- Basinski, William. 2017. «On Time Out of Time». 2062. Accedido 10 junio 2020. <https://www.mmlxii.com/products/638576-on-time-out-of-time>.
- Bernard, Kayser. 1989. *La Renaissance Rurale. Sociologie des campagnes du monde occidental*. París: Armand Colin.
- Bhavsar, Pratik. 2020. «Transfer Learning In NLP». Medium. Accedido 15 junio 2020. <https://medium.com/modern-nlp/transfer-learning-in-nlp-f5035cc3f62f>.
- Bovet, Alexandre, y Hernán A. Makse. 2019. «Influence of Fake News in Twitter during the 2016 US Presidential Election». *Nature Communications* 10 (1): 7. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-07761-2>.
- Brea, José Luis. 1996. «Ornamento y Utopía». *Arte Proyectos e Ideas* nº 3, Valencia: Universitat Politècnica de València.
- Camero, Luis. 2009. «La población rural de España. De los desequilibrios a la sostenibilidad social.» *Fundación La Caixa*, Colección de estudios sociales, 27: 199.
- Castellanos, Maria. 2015. «Environment Dress». Accedido 1 junio 2020. http://mariacastellanos.net/?/=seccion/projects/entrada/environment_dress_eng.
- Catricalà, Valentino, ed. 2015. *Media Art: Towards a New Definition of Arts in the Age of Technology*. Pistoia: Gli ori.
- Clynes, Manfred E, y Nathan S Kline. 1960. «Cyborgs and Space». *Astronautics*, 5.
- Comisión Europea. s. f. Desarrollo Rural. Accedido 12 de mayo de 2020. https://ec.europa.eu/regional_policy/es/policy/themes/rural-development/
- Cubitt, Sean y Thomas, Paul. 2015. "The New Materialism in Media Art History". En *Media Art. Towards a New Definition of Arts in the Age of Technology*. Editado por Valentino Catricalà. Pistoia (Italia): Gli ori.
- Crutzen, Paul J. 2006. «The anthropocene». *Springer, Berlin, Heidelberg*. https://doi.org/10.1007/3-540-26590-2_3.
- Deng, Li. 2014. «Deep Learning: Methods and Applications». *Foundations and Trends® in Signal Processing* 7 (3-4): 197-387. <https://doi.org/10.1561/20000000039>.
- Espiñeira, Kenia Raquel. 2009. «El Centro y la Periferia. Una reconceptualización desde el pensamiento Descolonial. Actas ^{III} Training Seminar de Jóvenes Investigadores en Dinámicas Interculturales

- Fiebrink, Rebecca. 2011. «Real-Time Human Interaction with Supervised Learning Algorithms for Music Composition and Performance». Princeton University.
- Foucault, Michel. 2004. *Vigilar y castigar: nacimiento de la prisión*. Buenos Aires: Siglo Veintiuno.
- García García, Alejandro, y Eduardo Roig Segovia. 2018. «Layscapes. Cartografía crítica de la ciudad conectada». *12 Innovación e Investigación en Arquitectura y Territorio* 6 (2). <https://doi.org/10.14198/i2.2018.6.2.03>.
- Gil, J L, E B García, D R Ponvert-Delisle, R Sánchez, y M B Vega. 2003. «Enfoques para la clasificación digital de imágenes mono y multiespectrales y su implementación en el software cubano TN. Estudio V2.0». *Revista de Teledetección*. 2003. 20: 35-52.
- Goicolea Ruigomez, José M^a. 2007. «Mecánica de Medios Continuos: Resumen de Álgebra y Cálculo Tensorial». Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- González, David. 2019. «Brazo Robótico THOR - Episodio 3 - Soldar SMD». Accedido 15 de marzo de 2019. https://www.youtube.com/watch?v=h2etAO7VM4c&list=PL0HtuDnOYw6OHHFDpsxKpa58T7-p_8vBK.
- Google. 2019. «Google Colaboratory Accedido 15 de marzo de 2019. https://colab.research.google.com/drive/1DeywO8gMlO_ixKOkDsLeL_3nt4mNifmg?authuser=1#scrollTo=IDLJBbpz6n4k.
- «Graph Commons – Map networks together». s. f. Accedido 2 de marzo de 2020. <https://graphcommons.com/>.
- Halpern, Paul. 2017. «It From Bit: Is The Universe A Cellular Automaton?» Medium. Accedido 3 de octubre de 2017. <https://medium.com/starts-with-a-bang/it-from-bit-is-the-universe-a-cellular-automaton-4a5b1426ba6d>.
- Hinton, Geoffrey E. 2006. «Reducing the Dimensionality of Data with Neural Networks». *Science* 313 (5786): 504-7. <https://doi.org/10.1126/science.1127647>.
- Hinton, Geoffrey E., Simon Osindero, y Yee-Whye Teh. 2006. «A Fast Learning Algorithm for Deep Belief Nets». *Neural Computation* 18 (7): 1527-54. <https://doi.org/10.1162/neco.2006.18.7.1527>.
- Hintze, Arend. 2016. «Understanding the Four Types of AI, from Reactive Robots to Self-Aware Beings». The Conversation. 2016. <http://theconversation.com/understanding-the-four-types-of-ai-from-reactive-robots-to-self-aware-beings-67616>.
- Hintze, Arend. 2016. «From Reactive Robots to Sentient Machines: The 4 Types of AI». Livescience.Com. Accedido 15 de marzo de 2019. <https://www.livescience.com/56858-4-types-artificial-intelligence.html>.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. s. f. «Historia de la

- Pac». Accedido 14 de abril de 2020.
<https://www.mapa.gob.es/es/pac/historia-pac/>.
- Inland - art, agriculture & territory. s.f. «Inland | About». Accedido 11 de noviembre de 2019. <https://inland.org/about/>.
- Isola, Phillip, Jun-Yan Zhu, Tinghui Zhou, y Alexei A. Efros. 2018. «Image-to-Image Translation with Conditional Adversarial Networks». *ArXiv:1611.07004 [Cs]*, Accedido 15 de marzo de 2019. <http://arxiv.org/abs/1611.07004>.
- Jemine, Corentin. 2019. «Master Thesis : Automatic Multispeaker Voice Cloning», 38.
- . (2019) 2020. *CorentinJ/Real-Time-Voice-Cloning*. Python. Accedido 15 de marzo de 2019 <https://github.com/CorentinJ/Real-Time-Voice-Cloning>.
- K. Le Guin, Ursula. 1974. *Los Desposeídos: una utopía ambigua*. epublibre.
- Karras, Tero, Samuli Laine, y Timo Aila. 2019. «A Style-Based Generator Architecture for Generative Adversarial Networks». *ArXiv:1812.04948 [Cs, Stat]*, Accedido 15 de marzo de 2019. <http://arxiv.org/abs/1812.04948>.
- Larrañaga Muro, Angel. 2018. «Thor GUI - Asgard | Details | Hackaday.io». Accedido 15 de marzo de 2019. <https://hackaday.io/project/project/12989-thor/log/96649-thor-gui-asgard>.
- Lenoir, Ricardo. 2020. «No existe la España vacía, es la España vaciada». *Diario16*. 12 de febrero de 2020. <https://diario16.com/no-existe-la-espana-vacia-es-la-espana-vaciada/>.
- López, Alejandra. 2017. «Somatizar los datos». Accedido 15 de marzo de 2019. <http://www.alejandralopezgabrielidis.com/somatizar-los-datos.html>.
- López, Daniel. 2019. «¿Cuánta información se genera al año en el mundo?» *El blog de Orange*. Accedido 30 de abril de 2019. <http://blog.orange.es/red/datos-mundo/>.
- Mann, Steve. 1997. «Sicherheitsglaeser; Sicherheit Zuerst (Safety First; The “SafetyGlasses”)». Accedido 15 de marzo de 2019. <http://wearcam.org/ars/>.
- Marcos, Merino. 2019. «GPT-2: qué sabemos y qué no del generador de textos con IA que OpenAI dice haber censurado por ser demasiado peligroso». Accedido 15 de marzo de 2019. <https://www.xataka.com/inteligencia-artificial/gpt-2-que-sabemos-que-no-generador-textos-ia-que-openai-dice-haber-censurado-ser-demasiado-peligroso>.
- Maturana Romesín, Humberto, y Francisco J. Varela García. 1998. *De máquinas y seres vivos*. 5ª. Santiago de Chile: Editorial Universitaria S.A.
- Mayer-Schonberger, Viktor, y Kenneth Cukier. 2013. *Viktor Mayer-*

- Schonberger & Kenneth Cukier: «BIG DATA: A Revolution That Will Transform...» Talks at Google. Accedido 15 de marzo de 2019 https://www.youtube.com/watch?v=bYS_4CWu3y8.
- Mazza, Emanuele. 2020a. «Mosaic, an OpenFrameworks Based Visual Patching Creative-Coding Platform». Mosaic. Accedido 15 de marzo de 2019. <https://mosaic.d3cod3.org>.
- . 2020b. «Mosaic, an OpenFrameworks Based Visual Patching Creative-Coding Platform | Reference | Crossfader». Mosaic. 2020. <https://mosaic.d3cod3.org/reference.php?r=crossfader>.
- . 2020c. «Mosaic, an OpenFrameworks Based Visual Patching Creative-Coding Platform | Reference | Haar Tracking». Mosaic. 2020. <https://mosaic.d3cod3.org/reference.php?r=haar-tracking>.
- . 2020d. «Mosaic, an OpenFrameworks Based Visual Patching Creative-Coding Platform | Reference | Soundfile Player». Mosaic. 2020. <https://mosaic.d3cod3.org/reference.php?r=soundfile-player>.
- . 2020e. «Mosaic, an OpenFrameworks Based Visual Patching Creative-Coding Platform | Reference | Video Player». Mosaic. 2020. <https://mosaic.d3cod3.org/reference.php?r=video-player>.
- Menezes, Marta de. 1999. «Nature?» Accedido 15 de marzo de 2019. <http://martademenezes.com/portfolio/projects/>.
- Mitchell, Tom M. 1997. *Machine Learning*. McGraw-Hill Series in Computer Science. New York: McGraw-Hill.
- Monleon-Getino, Antonio. 2016. «El impacto del Big-data en la Sociedad de la Información. Significado y utilidad». *Historia y Comunicación Social* 20 (2): 137-55. https://doi.org/10.5209/rev_HICS.2015.v20.n2.51392.
- Monterde, Rafael. 2018. «Filosofía y cine: Blade Runner (2019) y el transhumanismo». Accedido 15 de marzo de 2019. <https://www.proyectosocio.ucv.es/filosofia-y-cine/blade-runner-un-analisis-filosofico/>.
- Moreno, Oscar. 2010. *Artes e Industrias culturales. Debates contemporáneos en Argentina*. EDUNTREF. Editorial de la Universidad Nacional de Tres de Febrero. Argentina.
- Noguera Tur, Joan, y Adrián Ferrandis Martínez. 2014. «Accesibilidad y provisión de Servicios de Interés General en las áreas rurales de la Unión Europea: un análisis a partir del Eurobarómetro». *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, n.º 64 (abril). <https://doi.org/10.21138/bage.1703>.
- Nolan, Christopher. 2014. *Interstellar*.
- Nova Harari, Yuval. 2017. *Homo Deus. Breve Historia del mañana*. Titivillus.
- Oren, M., C. Papageorgiou, P. Sinha, E. Osuna, y T. Poggio. 1997. «Pedestrian Detection Using Wavelet Templates». En *Proceedings of IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern*

- Recognition*, 193-99. San Juan, Puerto Rico: IEEE Comput. Soc. <https://doi.org/10.1109/CVPR.1997.609319>.
- Ortiz, David. 2018. «Small Data, una vía alternativa para el aprendizaje automático y la IA». Hipertextual. Accedido 22 de octubre de 2018. <https://hipertextual.com/2018/10/small-data-herramienta-grandes-problemas>.
- Pastor-Escuredo, David. 2019. «Claves para mejorar la huella ecológica del big data». *Centro de Innovación en Tecnología para el Desarrollo Humano* (blog). Accedido 26 de septiembre de 2019. <http://www.itd.upm.es/2019/09/26/claves-para-mejorar-la-huella-ecologica-del-big-data/>.
- Pérez, Roberto. 2017. «La agonía de la España rural: pierde cinco habitantes por hora». *ABC*. Accedido 15 de marzo de 2019. https://www.abc.es/sociedad/abci-agonia-espana-rural-pierde-cinco-habitantes-hora-201706222251_noticia.html.
- Pitts, Walter. 1943. «The Linear Theory of Neuron Networks: The Dynamic Problem». *The Bulletin of Mathematical Biophysics* 5 (1): 23-31. <https://doi.org/10.1007/BF02478116>.
- Poole, David, Alan Macworth, y Randy Goebel. 1998. *Computational Intelligence: A Logical Approach*. OUP USA.
- Potter, Ned. 2011. «Stanley Kubrick Envisioned the iPad in “2001,” Says Samsung». *ABC News*. Accedido 15 de marzo de 2019. <https://abcnews.go.com/Technology/apple-ipad-samsung-galaxy-stanley-kubrick-showed-tablet/story?id=14387499>.
- Refsgaard, Andreas; Tseng Francis y Kogan Gene. s.f. «Machine Learning for Artist». Accedido 12 febrero 2020. <https://ml4a.github.io/>
- Rodríguez M., Darío, y Javier Torres N. 2003. «Autopoiesis, la unidad de una diferencia: Luhmann y Maturana». *Sociologías*, n.º 9 (enero): 106-40. <https://doi.org/10.1590/S1517-45222003000100005>.
- Sanchez Caparrini, Francisco. 2019. «Redes Neuronales: una visión superficial - Fernando Sancho Caparrini». Accedido 14 de diciembre de 2019. <http://www.cs.us.es/~fsancho/?e=72>.
- Sanchez, Maria. 2019. *Tierra de mujeres*. Seix Barral.
- Sánchez-Migallón, Santiago. 2017. «La era de los cibernéticos: cuando los humanos se hagan positrónicos». Xataka. Accedido 18 de septiembre de 2017. <https://www.xataka.com/robotica-e-ia/la-era-de-los-ciborgs-cuando-los-humanos-se-hagan-positronicos>.
- Santamaria Vega, Carlos. 2020. «Dot CSV». 2020. <https://www.youtube.com/channel/UCy5znSnfMsDwaLIROnZ7Qbg>.
- . s. f. «Dot CSV - YouTube». Accedido 20 de abril de 2020. <https://www.youtube.com/channel/UCy5znSnfMsDwaLIROnZ7Qbg/featured>.
- Sergio. (2020) 2020. *lisergio/THOR-manual-control*. Processing. <https://github.com/lisergio/THOR-manual-control>.

- Slomp, Henk Jan. 2004. «Un estudio sobre las causas, las consecuencias y la política con respecto a un proceso de éxodo», 86.
- Sokal, Alan, y Jean Bricmont. 1999. *Imposturas Intelectuales*. Paidós.
- Tressler, Jan-Michael. 2020. «Trnio». Trnio. Accedido 15 de marzo de 2019. <https://www.trnio.com>.
- Turing, Alan M. 1950. «COMPUTING MACHINERY AND INTELLIGENCE». Accedido 15 de marzo de 2019 <https://b2renger.github.io/Runway-experiment-img2txt2img2txt/index.html>.
- Varela, José. 2015. «LA BRECHA DIGITAL EN ESPAÑA. ESTUDIO SOBRE LA DESIGUALDAD POSTERGADA».
- Viola, Paul, y Michael J Jones. 2004. «Robust Real-Time Face Detection», 18.
- Weisstein, Eric W. s. f. «Dimension». Text. Wolfram Research, Inc. Accedido 10 de abril de 2020. <https://mathworld.wolfram.com/Dimension.html>.
- W.V. Chaves, Eduardo. s. f. «Tensores». En *Apuntes de Mecánica del Medio Continuo*. Universidad de Castilla-La Mancha.

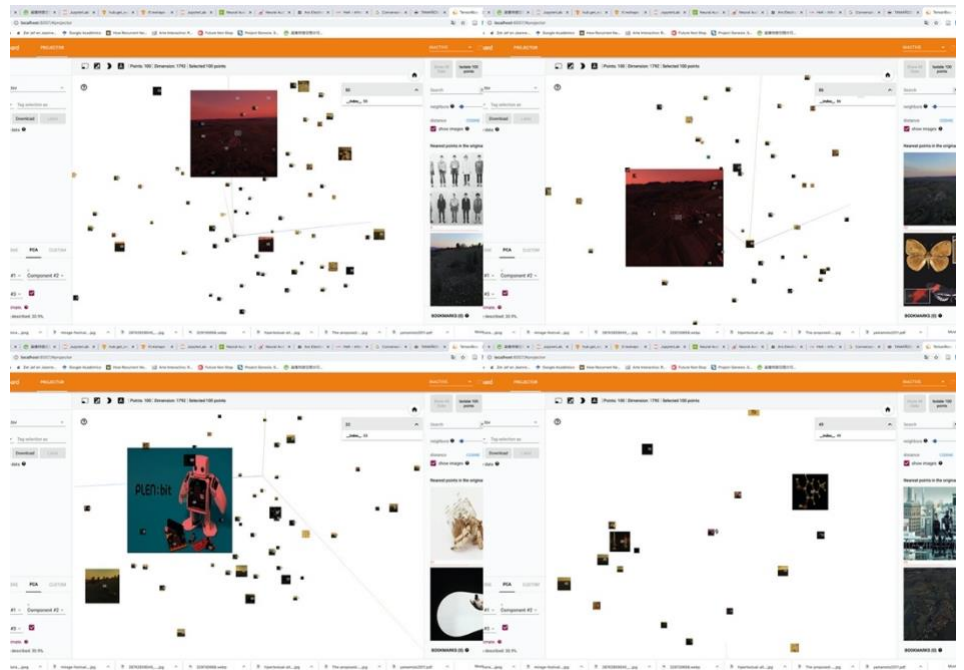
5.3. ANEXOS

Anexo 1

Descargar los archivos y seguir las instrucciones del archivo README.

Enlace carpeta Anexo 1: <https://drive.google.com/drive/folders/1AKaGjgwIZI-umYQhHEVmkv5g9hALFc72>

Ejemplo con el marco teórico-referencial cargado en la aplicación.



Anexo 2

Se han adjuntado en el siguiente enlace las carpetas con el proyecto open source original y los controladores de Python y Processing utilizados durante su montaje.

Enlace carpeta Anexo 2:

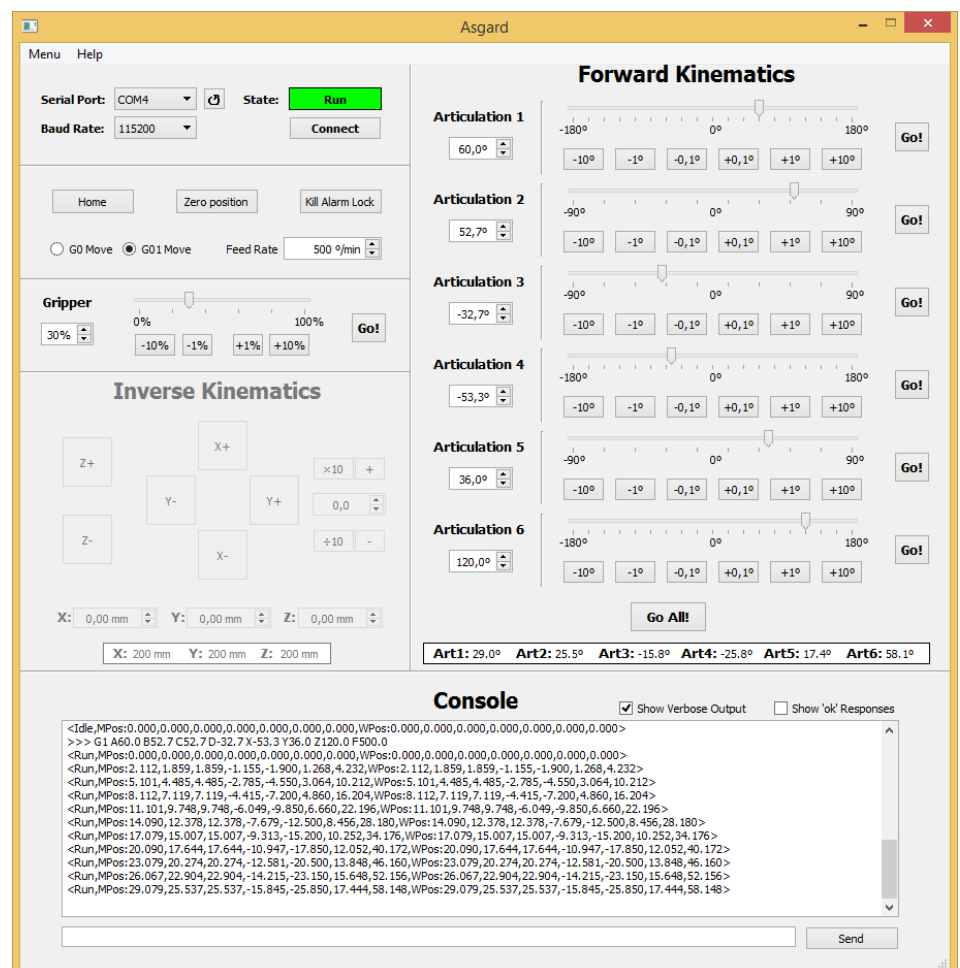
<https://drive.google.com/drive/folders/1pSW9GaSxcNvZXEltdFd-RFKwmgpHe1m?usp=sharing>

Pieas 3D y PCB: Thor-developer

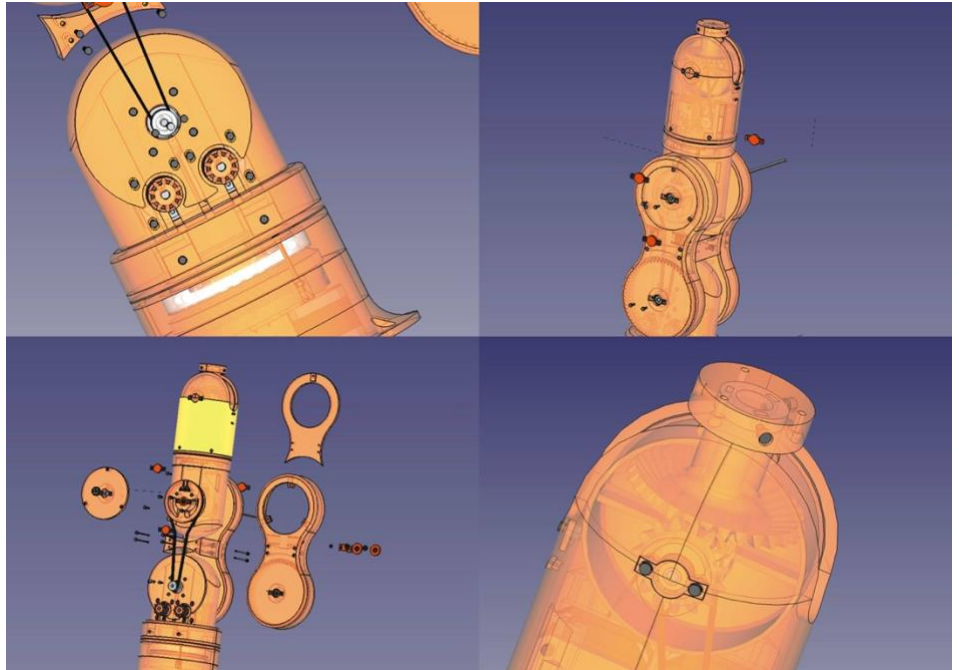
Programa control Python: Asgard-master

Programa control Processing: Thor-manual-control-master-2

Asgard GUI



Brazo Robótico Thor



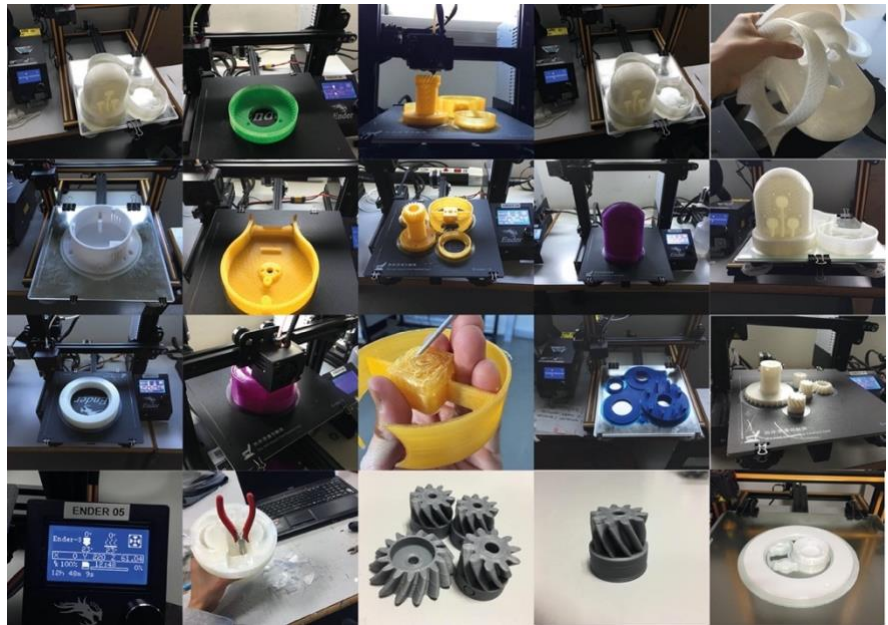
Anexo 3

Se adjunta en el siguiente enlace unas carpetas con fotos del proceso clasificadas.

Enlace carpeta anexo 3:

https://drive.google.com/drive/folders/1EU_k9JlThImUZ1rp8xH97LSGM-Dlfn40_?usp=sharing

Impresión 3D del brazo robótico



Montaje 1 del brazo robótico



Montaje 2 del brazo robótico



Montaje del busto y la mano



ANEXO 4

Se puede descargar el texto en PDF y el audio de las entrevistas.
Enlace carpeta Anexo 4:
<https://drive.google.com/drive/folders/10rowrYvcubYdJW-feu67JB2JTEaWlc2c?usp=sharing>:

Transcripción de entrevistas Angeles Gregorio:

A.G 1

- Aquí estamos cortando cardos. No, si no te daría, porque no hay. ¿Está la cuadrilla o no? Pues nada. Al pequeño ¿Qué tal Joaquín? ¿Estabas haya abajo?

A.G 2

-Donde sea eso

A.G

- ¿Ya me estás grabando?

A.G 4

-Hay muchas hierbas y cardos del huerto, que esos se crían ellos solos. Yo cuando vengo escardo, pero siempre hay hierbas que escardar. Tenemos uvas, higos, peras almendras, o sea tenemos de muchas cosas, y rosas. Se cría bastante bien pero hay que atenderlo. Y romero una mata muy grande, aquella es el romero, esa la sembró la Eva

A.G 5

- Sembrábamos ahí el tomate y cebollas, pero esto siempre fue un arreñal pa los animales, pa coger hierba pa échales a los conejos y a los animales. Ahí dentro en unas cortes teníamos, cochinos, conejos, machos... teníamos de todo, cochinos pequeños y cochinos grandes. Aquí teníamos...una vez tuve patos y otra vez ocas. Tuve ocas y las llevaba a la balsa a nadar. Si se venían detrás, se venían detrás "ta,ta,ta" ya sabían donde iban, no había mas que abrir la puerta y ya cogían. Las grandes esas, pa matalas. Lo aviamos todo y nus lo comíamos. También tuvimos de esos otros, de esos que se matan para navidad, pavos. A esos había que embuchalos con huevo, que eran más tontos que...De pequeños hasta que se ponían, huevo duro y metiéndoseles por el pico hasta que se espabilaban, tu abuela a peleao con todos bichos. Vendían huevos, los echábamos en culeca a las gallinas, y te sacaban dos o tres. Ellas sacaban los huevos, pero luego había que mantenerlos a puro de mucho cuidao, de mucho esmero con ellos, metiéndoles huevo por el pico. Luego ya

comían de todo, hierbas, pan, moscas si veían algunas. Pero al pronto había que luchar.

A.G 6

- Teníamos también, zafrán, y nos costaba buen trabajo el cogelo y esbrinalo y tostarlo, y una horica de camino aunque fueras embarazada, y otra pa venir. El abuelo paulino me decía, no si... algún día te reventarás, porque subía a los machos. El igual hubiera montado también, pero me subía yo. Claro había que venir una hora desde los cabezuelos andando, pues imagínate, una hora después de coger rosa con la tripa. Pero no era yo sola, había quien iba a medias, que era peor, y estaba en cinta como yo, y venía ahí a lo de Isad. Pero mira esos también han salido muy trabajadores, los de Josefa y Manuel. Ya lo hacían nuestros padres, habíamos de coger zafrán desde 8 años, íbamos a coger zafrán ya. Se recoge en octubre, desde el pilar a todos. No hacia calor no, pero bueno hacia buen tiempo, y si hacia buen tiempo salían las flores doble grandes, si hacia frío se quedaban metidas entre la cerda, y pa cogelas, costaba a lo mejor romper la mitá y dejarse uno... Se plantaba todos años, pero duraba pa tres años. Cuando habían dao ya de tres años, entonces se volvía a sacar cebolla y se volvía poner pa nueva. Arrancabas enteras la limpiabas y dejabas las pequeñas sin poner pa las ovejas y las gordas pa ponelas. Se ponían en el zafrán. Venían aquí a comprlo, pero ya tostadico y todo, no creas. Lo pagaban bien. Aquí era un arreglo muy bueno el zafrán y las ovejas, era de lo que más sacabas. Caro, las ovejas las mantenías con el pienso y lo que había y te gastaban también, pero era lo que más rendía, tener ovejas y el zafrán, y la viña, que se tenía también. Aquí toda vida, Había también viña, pues se empezaron a sacar porque la gente nos empezamos a ir, pero luego las que quedaron mas jóvenes hubo que arrancálas porque se las comían las uvas los tordos. Nosotros la ultima que tuvimos en la casa el campo, ya nos la labraba pascual y todo eso, y la cuidábamos. Pero a lo último la tuvimos que arrancar porque luego no cogíamos uvas. Como quedaron pocas viñas se las comían los tordos. Como quedaron pocas, sabían bien donde estaban. Aún hay una prensa ahí dentro. Hubo otro ojal en donde vive Antonio, en la calle baja, que era de la abuela María, de la madre de la abuela Elvira. Y había ahí un trujal y echemos allí muchos años las uvas. De pedro, nuestras y de Isad. He tenido todas las faenas, segadora también he sido, coger Gigas hieros y titos. A mi de todas formas me gustaba el campo, lo digo de verdad, a parte de que en la tienda, pues si quieres vivir mejor vida, también mientras estuve. Claro no estaba mi madre, no era tan buena vida. La tienda era de mi madre y de mi padre, como se murió ella tan joven, ella tenia 47 años, yo tenía 18, y eso. Ahí luchar también, porque a veces alguno se emborrachaba y en fin, que había que luchar también en la tienda. Bebían algo demasiaio, y otros jugaban a las cartas

y medio reñían. Teníamos bar y tienda, teníamos de todo en una casa pequeña, y el trigo revuelto con nosotros en las habitaciones. Tu abuela parece mentira que se pueda aguantar tanto, pero se aguanta, cuando toca se aguanta.

A.G 7

- Habían ido el abuelo Luis y el tío Benedito a ver una cosechadora por ahí a Rodenas que tenía uno, y yo fui a enterarme de lo que decían. Y empezaron: mía pues la compraremos otro año porque, Benedito no tenía entonces tractor, nosotros sí, y los Aurelios que nos juntamos pa ir a por el trio y las cosas a los campos, a pues otro año

Que Benedito ya comprara el tractor compraremos la cosechadora, digo ¿otro año? Otro año no digo otro año no pa este año ya si hace esas cosas, pa este año, no aguardemos. Y nosotros no teníamos perras, que era a pesar de que el abuelo José sí tenía alguna nus la dejaba cuando comprábamos algún lau se la volvíamos, el abuelo Paulino hacia igual. Las perras a Monrreal a la caja, no se tenían perras, hombre cuando vendías el azafrán si sacabas 75000 pesetas o lo que fuera, pues las bajabas y con eso te ibas aguantando, Y luego aquí te aguantabas con lo que iban poniendo las gallinas. El abuelo y Luis los tenía hartos de huevo de pato. Porque ponían huevos por el medio el corral, esos no ponían en nidos como las gallinas, pero eran más bastos que los de las gallinas, pero los de las gallinas se vendían y se sacaban perricas, y a comer huevos de pato se ha dicho. Eso es verdad que se hartaban de huevos de pato, pero bueno un año también se hartaron de jamón. Matemos una cochina muy grande criadera, igual pesaba 200kg o que ni se yo los que pesaría, y tenía unos jamones así... y luego todo el año con el jamón, jamón del manil jamón del pernil, pero jamón abundante, o sea que de huevos de pato y de jamón también se hartaron. En fin así era la vida y así la llevemos, ahora lo único que a parte de ser una vida dura, la gente estábamos muy conformes como vivíamos, quiero decir que como no se había visto otra cosa, la gente no opinabas que hubiera gente que pudiera...televisión no había, a radio en muchas casas tampoco, en la mía tampoco, pues vivíamos la gente muy conformes, no estábamos, no estaba la gente tan nerviosa, ni tan azorada, tan inquieta como ahora la gente vivía, no no, con todo que se trabajaba muchísimo y se tenía poquismo, la gente estaba muy conforme.

A.G 8

- Esto también debía ser una patata pequeña

A.G 9

- Luego cuando el tractor se les dieron los carnes al tío Isad y al abuelo, no les valía pal coche, que el coche ni pensar de tener coche. Y decía el

abuelo: te podías sacar tú el carné. Yo pensé: No, porque si me saco el carné, Angeles baja el campillo que yo labraré un poco y tu cuidas las ovejas, Angeles baja a la cerrada... y dije No, esto no me interesa. Luego me penaba, cuando ya se separaron, teníamos aquí el tractor en casa e iba a ojos negros a hacer las toratas, la manteca, los huevos.. andando a hacer toratas, de manteca, mantecaos, y madalenas, y luego cuando iba y luego al zafrán que iba también andando a los pozancos, decía ves si me hubiera sacao el carnet, pero de momento dije no, no quiero carnet, pero luego me penaba, si me lo hubiera sacao ves ahora no vendría cargada de ojos negros con el cesto lleno de tortas. No lo se si tendría 30 años. Cuando ya decidimos de inos, ya no era el primero, seria el tercero ya, el que tuvimos cuando las juntas que ya partimos y todo eso, pues ese era de isad y nosotros, y cuando partimos nosotros nos compramos otro, claro nos quedamos sin tractor y nos compramos otro. Yo creo que se ponía el tractor a nombre de los dos, es que llevamos la tierra junta, las ovejas juntas. Todo junto. Era una ventaja muy grande, porque con el mismo tractor labrabas toda tierra y el remolque y todo. Y luego, Claro pues hubo que el comprarse lo que le tocara y nosotros también, o sea gastar doble perras, que era una tontada, lo que pasa es que las juntas son tan malas que en fin. Iban a trabajar juntos y...y cuando había que llevales almuerzo y comida o a segar o a esto, tenía que irme yo desde aquí a llamala todos días porque si no un día que me fui sin llamala vino con el almuerz , además estaba su padre allí segando también, aunque fuéramos hacia el charaíz tenía que ir a la balsa, y como eso porque María desde luego no podía como yo, era de otra manera, esque Angeles tiene otro temperamento que tu, alguna vez su padre le renegaba. Hay que reconocer que ella no tenía la fuerza que tenía yo, claro ella pa la casa y pa los muchachos era más atenta que yo, las cosas como son, pa cuidarse la casa y tenelo más limpio y todo yo claro me iba al campo no lo podía tener tampoco, pero que si me hubiera gustao como ella, hubiera hecho lo mismo que ella quédame a fififi en la casa y Luis que si hubiera apañao, que eso es lo que hacia ella. Pero vamos que ella no podía igual que yo.

A.G 10

- 8 hijos, si lo que pasa es que, esa enfermedad que se vuelve la sangre agua, y luego ya en que les pusieron los que viven, sacau Elisardo ya nació muy fatal que no se murió, y Miguel Ángel siendo de los tienen unas defensas que esos es.. Pero los otros pobrecicos, daba penica el ir, porque duran dos o tres meses recién nacidos, y era un.... En fin era un sufrimiento muchísimo grande, que hay cosas que hay que reconocerlas, que aunque ella no era como yo, pues yo no era como ella, y pasa que pa estos, terrenos si...ahora es un poco distinto porque hay más comodidades, más adelantos, pero entonces había que echar mano a todo, una vez porque si a la viña una vez porque no a recoger sarmientos,

otra vez porque si...quiero decir que eran todos días de saber que había que pringar, y ella con todo que se había criado labradora, que yo no me crie labradora, ella eso no.

A.G 11

- Eran muchos muchachos, claro, yo tuve 6, el primero el que se murió el primero...me case aun no con los 20, pues aun no con los 19 en febrero, porque el primero se murió, y luego al otro año nació Luís que nació en Monreal y ese a los 21 y, luego cuatro más, quiero decir que en pocos años 6. Alguna vez cuando me acuerdo digo que pena, pero, la de antes de tu madre se murió en Teruel, y ya ves como eran los tiempos de entonces, nació el día antes de Santiago, subí a Teruel antes de que naciera pero no me atendieron, cuando tu madre porque me atendieron, y cuando la Eva porque me hicieron cesárea, me hicieron cesárea para la Eva a, pero cuando tu madre me atendieron muy bien, pero cuando la otra me atendieron muy mal. No hicieron caso, me fui antes a Teruel de la cuenta, a una posada que casi tenía miedo de estar, porque había...unas habitaciones, que había la misma luz en medio para las dos habitaciones, y la otras iban a gente de esta que van a curarsen que van por su cuenta, que iban a las curanderas. Y luego yo por la noche por el cristal oía yo los romances de las curanderas, estaba yo ahí como si estuviera atada, pero sin dormir porque tenia miedo, como oía. Lo que decía y todo eso de las curanderas. En la posada en la que estaba pagábamos 10 pesetas de la cama nos guisábamos la comida por nuestra cuenta. Había cocina y te guisabas tu lo que querías. Había un hombre que dormía debajo de las escaleras sin cama ni camo, era un pobre, que como me veía a mi preocupada, me decía tu Angeles no te preocupes, no te preocupes de ninguna manera, en cuanto notes algo me llamas que yo te oigo, llamo a la ambulancia y vamos a la residencia ya, y así lo hizo el hombre. Y fui pronto pero luego la comadrona estaría en la cama, o me verían que estaba poco mala o que se yo, que a lo que vino, el cordón había salido delante ya y ya no tenía remedio la criatura. Y la monja se puso de buenos genios, que no hay derecho ha dejar morir a personas con tanta vida porque nació pues como todos, en fin... pa trabajos po el mundo.

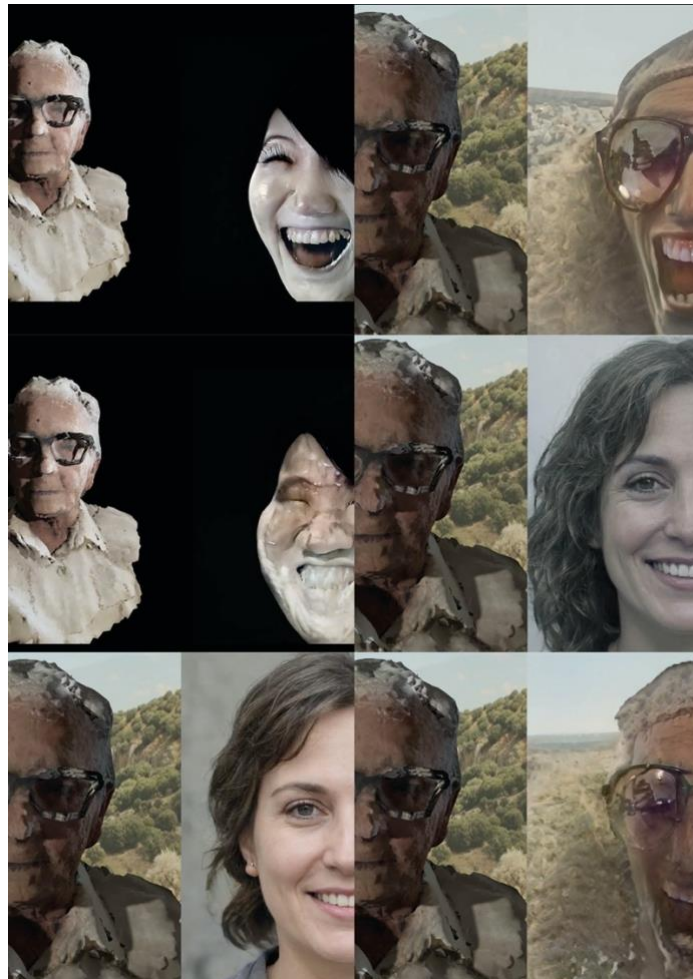
ANEXO 5

Se puede descargar los archivos de google colaboratory con los que se realizaron las prácticas. Además, se adjuntan los audios y vídeos generados durante dichas prácticas.

Enlace carpeta Anexo 5:

https://drive.google.com/drive/folders/1OW_j4tIhD72tRvfKoS4F-u841a9kx7L7?usp=sharing

Fotogramas de los videos



ANEXO 6

Se puede acceder al archivo del diagrama de flujo en formato .drawio

Enlace carpeta Anexo 6:

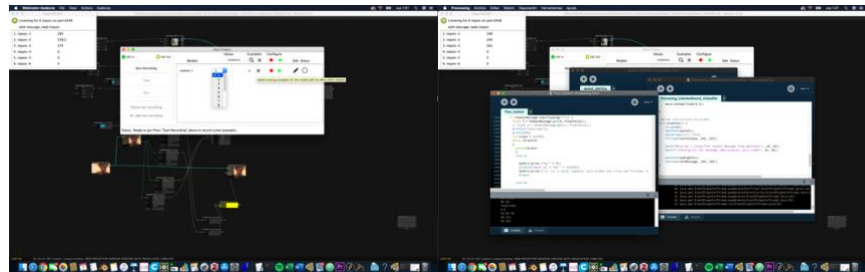
https://drive.google.com/drive/folders/1Mih3NzJw_b20ouLpS60wPd9E7v-JBpMd?usp=sharing

ANEXO 7

Se puede acceder al parche de Mosaic, en el interior de la carpeta Data del parche se pueden encontrar también el archivo Monitor.ps1 y los archivos de audio y video para que funcione el parche. También los archivos del programa de Wekinator y el de control de Processing.

Enlace carpeta Anexo 7:

<https://drive.google.com/drive/folders/1yg3XKVIjQBJ1TYEzhL8PctlMKl8Cckgd?usp=sharing>



ANEXO 8

Se puede descargar un video del proceso de la investigación y el desarrollo de la instalación.

Enlace carpeta Anexo 8:

https://drive.google.com/drive/folders/1to4JwfkckXJQP7GKt4_qoM50rWLbd1Da?usp=sharing

ANEXO 9

Se puede descargar el documento de Excel con el presupuesto y el a archivo del diagrama de Gantt del cronograma.

Enlace carpeta Anexo 9:

https://drive.google.com/drive/folders/1SRrWb32sUCrmGpR1FMWBzqjPMq_1ay-L?usp=sharing

Presupuesto

COMPONENTES				PRECIO aprox.	BRAZO ROBÓTICO				
NUMERO	PIEZAS								
Motores paso a paso	1	Nema 17/40mm/39.22 N.cm	40						
	3	Nema 17/34mm/121.2 N.cm	50						
	3	Nema 17/34mm/21.57 N.cm	50						
Cortinas	2	GT2 Closed Belt/208mm (104 teeth)/6mm	10						
	1	GT2 Open Belt/1m/6mm							
Poleas y engranajes	3	GT2 Pulley/20	20						
	2	GT2 Pulley/20							
Rodamientos	1	16014zz	20						
	11	625ZZ Bearing							
	2	MF84ZZ Bearing							
	7	Airsoft ball 6 mm							
Varilla roscada	2	14/4	20						
	1	14,5/5							
	1	32/5							
	1	102/5							
	1	128/5							
Tornillos	2	M3/10	30						
	6	M3/6							
	46	M3/8							
	1	M3/10							
	15	M3/12							
	9	M3/16							
	4	M3/18							
	8	M3/25							
	8	M3/28							
	8	M3/30							
	13	M3/40							
	8	M3/46							
	Tuercas	1				M5/18	15		
2		M2							
90		M3							
Electronica	1	M5	95						
	1	Arduino Mega							
	1	Micro Endstop							
	7	Fans							
	1	PCB							
	8	A4988 Stepper Motor Driver							
	8	100uF Capacitor							
	8	100kΩ Resistor							
	8	10kΩ Resistor							
	3	620Ω Resistor							
	3	LED							
	1	1N4004 Diode							
	1	MF-R700 Fuse							
	169	Male Pins							
	2	PCB Terminal Block							
	128	Female Pins							
	24	Jumpers							
	2	Fan							
	Filamento Impresión 3D	1				Bulk Wire 2x2R	84		
		4				Bianco y transparente			
Tornillos	10	M3	2						
	5	M5	2						
Insertos y tuercas	10	M3	2						
	5	M5	2						
Tratamientos y acabados	1	Spray blanco	4						
	1	Spray negro	4						
	1	Spray Barniz madera	4						
	2	Pegamento tipo cianocrilato	7						
	8	Pegamento termofusible	5						
Reciclado	1	Masilla para juntas	4						
	2	Altavoces	30						
	2	Perfiles de aluminio	15						
	1	Tira LED	20						
	1	Subwoofer	50						
Equipo propio	1	Tocón de madera	50						
	1	Fuente ATX	50						
	1	Cable Eléctrico	10						
	1	Ordenador Macbook PRO 2019	1999						
	1	Cable HDMI-USB C	30						
	1	Camera Canon 80D	900						
	1	Drón Phantom 3 Pro	250						
	1	Proyector TDP-80	15						
	1	Cuenta google drive	6						
	1	Soldador	20						
1	Estafío para soldar	5							
Viajes	1	Impresora 3D Creality 3D	250						
	6	Valencia-Zaragoza	210						
	2	Pozuel-Zaragoza	50						

BRAZO ROBÓTICO

MATERIAL PROCESO

EQUIPO DE PRODUCCIÓN

PRESUPUESTO DE LA PRODUCCIÓN Y LA INVESTIGACIÓN

TOTAL
4430

Cronograma



Nombre	Fecha de inicio	Fecha de fin
▼ * FIRST YEAR PHD	11/11/19	27/7/20
▼ ○ WRITTING	11/11/19	27/7/20
○ PAPPER CONGRESO MPISON	11/11/19	10/1/20
○ TFM	2/12/19	1/7/20
○ DEFENSA TFM	1/7/20	27/7/20
▼ ○ LEARNING	11/11/19	15/4/20
▶ ○ WORKSHOPS	12/12/19	15/4/20
▼ ○ COURSES	11/11/19	13/3/20
▼ ○ ARTIFICIAL INTELLIGENCE	13/1/20	13/3/20
○ GOOGLE MANGENTA	13/1/20	13/3/20
▼ ○ MACHINE LEARNING	11/11/19	10/1/20
○ WEKINATOR	11/11/19	10/1/20
▼ ○ PERFORMANCE	25/5/20	25/5/20
○ SHOWS	25/5/20	25/5/20
▼ ○ INSTALATION	11/11/19	22/6/20
○ IDEAS	11/11/19	13/3/20
○ PROTOTYPE	3/3/20	23/3/20
○ FINSH	23/3/20	22/6/20
▼ ○ RESEARCHING	10/12/19	25/5/20
○ READING	20/12/19	20/2/20
○ INTERVIEWS	20/12/19	20/2/20
○ AUDIOVISUAL	1/1/20	3/3/20
○ PRACTICING	10/12/19	25/5/20