



**UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS**

**FACULTAD DE COMUNICACIONES**

**PROGRAMA ACADÉMICO DE COMUNICACIÓN AUDIOVISUAL Y**

**MEDIOS INTERACTIVOS**

La inteligencia artificial como herramienta para la restauración y preservación de material  
audiovisual obsoleto en la actualidad

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Para optar el grado de bachiller en Comunicación Audiovisual y Medios Interactivos

**AUTOR**

Martínez Apesteguía, André Sebastián (0000-0003-1728-3732)

**ASESOR**

Sayán Casquino, Yasmín Magna (0000-0002-0922-0929)

**Lima, 09 de julio de 2020**

## RESUMEN

El tema investigación es la inteligencia artificial como herramienta para la restauración y preservación de material audiovisual obsoleto en la actualidad. (Caso Arrival of a Train at La Ciotat - The Lumière Brothers, 1896). Elegimos este tema, porque supone una mejora del conocimiento sobre la comunicación audiovisual al porque explora la capacidad de nuevas tecnologías para restaurar material audiovisual de mala calidad que puede ser rescatado y optimizado para el disfrute de nuevas generaciones. Asimismo, los resultados de la investigación conducirán a que la práctica profesional mejore, debido a que reduciría los costos de mano de obra y los tiempos que supondrían llevar a cabo la restauración de las películas manualmente. Se cree que los beneficiarios directos de la investigación serán los audiovisuales interesados en la reutilización, difusión y recuperación de material audiovisual, ya que se les abrirá un panorama completamente innovador, que facilitará a las mentes más jóvenes idear formas creativas para la correcta y optima reutilización de videografía obsoleta.

Palabras clave: Inteligencia artificial, Material audiovisual, Restauración. Costos.

Artificial intelligence as a tool for the restoration and preservation of currently obsolete  
audiovisual material

ABSTRACT

The research topic is artificial intelligence as a tool for the restoration and preservation of currently obsolete audiovisual material. (Case of Arrival of a Train at La Ciotat - The Lumière Brothers, 1896). We chose this topic, because it represents an improvement in knowledge about audiovisual communication, because it explores the capacity of new technologies to restore poor quality audiovisual material that can be rescued and optimized for the enjoyment of new generations. In addition, the results of the investigation will lead to professional practice improving, since it would save labor and the time it would take to manually restore the films. It is believed that the direct beneficiaries of the research will be audiovisuals interested in the reuse, dissemination and recovery of audiovisual material, since a completely innovative panorama will be opened to them, which will make it easier for younger minds to devise creative ways for the correct and optimal reuse of obsolete videography.

Keywords: Artificial intelligence, Audiovisual material, Restoration. Costs

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>1.</b>	7
1.1	7
1.2	9
1.3	10
1.4	10
1.5	11
1.6	11
<b>2.</b>	11
2.1	11
2.2	12
<b>3.</b>	13
3.1	13
3.2	14
3.2.1	15
3.2.2	17
3.2.2.1	17
3.2.2.2	18
3.2.3	19
3.2.3.1	19
3.2.3.2	19
3.2.3.3	19
3.3	20
3.3.1	20
3.3.2	21
3.3.3	21
<b>4.</b>	22
4.1	22
4.1.1	22
4.2	23

4.2.1 23

4.2.2 23

**5.** 23

**6.** 27

## ÍNDICE DE TABLAS

Anexo 1. Tabla 1	27
Anexo 2. Tabla 2	28
Anexo 3. Matriz de Consistencia	29

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	16
Figura 2.	17
Figura 3. .	18
Figura 4. .	18

## 1. PLANTEAMIENTO DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 Introducción

Sin duda, a lo largo del tiempo, el cine ha sido una herramienta para inmortalizar culturas. Aparece como una suerte de máquina del tiempo que actualmente está al alcance de todos con un simple click. El constante avance tecnológico que experimenta el mundo nos permite acceder a un repertorio de material audiovisual gigantesco, sin la necesidad de movernos de casa. Sin embargo, tal y como menciona (Monasterio, 2005), estos mismos avances tecnológicos y la sobreproducción de nuevo contenido, amenaza gravemente la posibilidad de conservar material de formato analógico. (p. 61) Cuando se habla de analógico, se refiere al “método usado para grabar información mediante una señal electrónica continua que altera el alineamiento de las partículas magnéticas de una cinta.” (González-Ruiz, Térmens & Ribera, 2012, p. 522)

A pesar de esto, no podemos frenar el fenómeno tecnológico que tarde o temprano terminará por discontinuar toda forma de almacenamiento de material audiovisual físico. Así mismo, González-Ruiz, Térmens & Ribera (2012) señalan que “los soportes magnéticos están destinados a desaparecer con el paso del tiempo.” (p. 522)

Dadas las condiciones específicas de almacenamiento, el coste que supone el mantenimiento de los contenedores y el riesgo de descomposición, pone en evidencia su inminente desaparición. Ante esta problemática, surge como única solución la digitalización del material analógico, para así asegurar su preservación y futuro acceso. (González-Ruiz, Térmens & Ribera, 2012, p. 521).

Por otro lado, tal y como se habla en González-Ruiz, Térmens & Ribera, la digitalización de material analógico puede resultar en un proceso considerablemente costoso, al igual que el almacenamiento digital en discos duros. Intuitivamente, para instituciones no estatales se trataría de gastos excesivos solamente en almacenamiento.

Entonces, ¿Es necesario digitalizar todo el material videográfico que tengamos disponible en formato analógico? Para responder esta pregunta, se usará el término patrimonio audiovisual para referirnos a todo material videográfico, esté destinado o no a su difusión pública, que contenga “abundante información para la herencia cultural de las sociedades” (Monasterio, 2005, p. 61).



Así mismo, tratándose de un tópico de carácter subjetivo, se puede poner en debate qué registro cinematográfico merece ser preservado para el disfrute de las generaciones venideras y cuáles no. Ante esta disyuntiva, Monasterio (2005) propone que puede su valor puede ser “determinado en razón de su contenido, como por ejemplo las imágenes en 8 mm del asesinato de John Kennedy en Dallas por las cuales cobraron sus herederos, en 1999, 16 millones de dólares (p. 61)”. Por lo tanto, no solamente se requiere de una institución que se dedique a costear los procedimientos técnicos, sino también a clasificar el contenido que tras análisis sea digitalizado y posteriormente organizado en un catálogo virtual.

Tomando en cuenta la problemática anterior, en 2005 la Unesco declara el 27 de octubre como el día internacional del patrimonio audiovisual. Eso último, en un intento por fomentar la preservación de material audiovisual y por consiguiente, su transmisión a generaciones futuras. (González-Ruiz, Térmens & Ribera, 2012, p. 521).

Mucho depende del estado del rollo, la calidad del mismo y la capacidad del scanner que se esté utilizando para estimar el resultado. Además, se utilizan técnicas de compresión con pérdida de información, sacrificando calidad a costa de generar archivos más ligeros. En González-Ruiz, Térmens & Ribera (2012), se indica que “para ahorrar costes de almacenaje y facilitar la transmisión de los datos, algunos formatos de vídeo digital aplican técnicas de compresión de datos para reducir su volumen, eliminando los elementos redundantes e irrelevantes.”

Actualmente, plataformas de reproducción de vídeo como Youtube son capaces de reproducir resoluciones de hasta  $7680 \times 4320$  píxeles (8k). El mismo mercado audiovisual no solo nos impone estándares de calidad más altos, sino también nos condiciona a elegir productos de mayor resolución. Por lo tanto, queda preguntarse: A pesar de los esfuerzos por conservar y preservar patrimonio audiovisual, ¿qué garantiza la futura reproducción y reutilización de material audiovisual de baja calidad?

Tomando el caso del documental mudo francés “La llegada del tren a La Ciotat” dirigido por los Hermanos Lumière en 1895; que, dadas las circunstancias de la época, la tecnología no permitió un registro pulcro y adecuado a los estándares de calidad con los que contamos en la actualidad. Se digitalizó el rollo de 35mm a una resolución de  $1280 \times 720$  (HD) a una tasa de 18 fotogramas por segundo.

El 3 de febrero del año 2020, el usuario de Youtube Denis Shiryayev, sube un video titulado: [4k, 60 fps] Arrival of a Train at La Ciotat (The Lumière Brothers, 1896), donde se aprecia el nivel de detalle alcanzado al escalar el video en formato digital a una resolución de 3840×2160 píxeles. Además, alcanzando una tasa de 60 fotogramas por segundo, dando así una sensación de fluidez hiperrealista. Pero, ¿cómo es posible restaurar material de video analógico a pesar de una notable degradación en la imagen?

Denis Shiryayev (2020), informa que, para lograr la tarea de escalar la imagen hasta más de ocho veces su tamaño en píxeles y triplicar la cantidad de fotogramas nativos, se apoyó en dos algoritmos de libre uso que circulan por internet, que responden a una sola tecnología: Video Enhancement<sup>1</sup>. Consta de una inteligencia artificial o red neuronal entrenable, que analiza el video de entrada y lo procesa simultáneamente. Como bien señalan Xue, Chen, Wu, Wei & Freeman (2019), se centran “en tres tareas de procesamiento de video: interpolación de cuadros, eliminación de ruido de video y súper resolución de video” (p.2).

## 1.2 Justificación

El tema de investigación surge a partir del fenómeno emergente de las redes neuronales y sus diversas aplicaciones para realizar tareas cotidianas con relativa facilidad. Además, se espera con esto fomentar la investigación en relación a las redes neuronales con aplicación a los medios audiovisuales y digitales.

Actualmente, herramientas de Video Enhancement están al alcance de todos a través de internet. Softwares gratuitos y de libre acceso suponen una gran oportunidad para promover la preservación de patrimonio audiovisual no necesariamente llevada a cabo por especialistas.

Por otro lado, la investigación del tópico de las redes neuronales aplicadas al Video Enhancement no es fácil de encontrar en idioma al español, por lo que abre las puertas a un ámbito poco explorado en Latinoamérica por parte de investigadores.

Los conocimientos que se brinden a partir de la presente investigación, aportarán alternativas para resolver adversidades relacionadas a la obsolescencia de material audiovisual análogo,

---

<sup>1</sup> El término *video enhancement*, por su traducción literal al español “mejora de video”, se hace referencia comúnmente a las técnicas de restauración aplicadas a material videográfico deteriorado.

videos de mala calidad o limitaciones por parte de métodos de escalado de imagen convencionales a la hora de preservar patrimonio audiovisual.

Posterior a la conversión de material de video analógico a digital, surge el problema de la baja resolución. Su proyección a pantallas de alta resolución conlleva el uso de herramientas de escalado de imagen, de los cuales, los métodos convencionales no brindan un resultado óptimo para su visualización.

Finalmente, el objetivo de la investigación busca ahondar en el análisis de las técnicas que brinda el uso de redes neuronales en cuanto a restauración de material audiovisual. Además, se realizará una comparación entre el resultado de las técnicas antes mencionadas, con las brindadas gracias los métodos de escalado de imagen estandarizados en software de video modernos.

### 1.3 Preguntas y Subpreguntas

Pregunta general:

- ¿Cómo las herramientas de restauración de video a base de redes neuronales existentes aportan para la preservación y conservación de patrimonio audiovisual?

Subpreguntas:

- ¿Cómo el proceso de escalado y restauración de video a base de redes neuronales mejoran ciertos factores determinantes al material audiovisual obsoleto?
- ¿Qué técnicas son tradicionalmente utilizadas a la hora de escalar video y en qué se diferencian frente a los resultados expuestos por los métodos utilizando redes neuronales?

### 1.4 Objetivos y Subobjetivos

Objetivo general:

- Analizar los aportes de las herramientas de restauración de video usando inteligencias artificiales para la restauración y conservación de patrimonio audiovisual. (Caso Arrival of a Train at La Ciotat - The Lumière Brothers, 1896)
- Objetivos específicos:
  - Analizar el proceso de restauración de material audiovisual obsoleto mediante las redes neuronales.

- Analizar las técnicas tradicionales de escalado de imagen frente a las hechas a base de redes neuronales.

### 1.5 Supuestos

- Las redes neuronales brindan un resultado de forma eficaz, mucho más detallado y rápido de lo que podría ser capaz un ser humano.
- El mercado audiovisual se ve beneficiado al tener la capacidad de reutilizar material aparentemente obsoleto, aportando contenido no solo cultural, sino también comercial.
- Aporta una alternativa a la inevitable discontinuidad de almacenamiento analógico de material audiovisual, provee la capacidad de preservar memorias y patrimonio a lo largo del tiempo.

### 1.6 Limitaciones

La investigación trata temas de carácter científico, con metodologías y términos propios de la rama. Supone un desafío comprender y explicar las diversas terminologías y técnicas que son utilizadas para la aplicación de algoritmos de redes neuronales.

Tomando en cuenta el poco análisis e investigación previa respecto al potencial de la restauración y preservación de material audiovisual, la dificultad para encontrar una conexión entre ambos temas y los especialistas en ambas categorías es mayor.

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 La preservación de material audiovisual y la digitalización de video analógico

El concepto de patrimonio despliega muchas aristas que, al referirnos a su aproximación más cultural, se interpreta como propiedad valiosa de una sociedad cohesionada. Prats (1998) presenta tres criterios que albergarían todos los elementos potencialmente patrimonializables en *El concepto de patrimonio cultural*: La naturaleza, excluyendo la participación humana; la genialidad, muestra de la creatividad humana más allá de los límites socialmente impuestos; y la historia, vestigio del pasado y quizás, de un futuro. Por otro lado, reconocer el valor histórico y artístico del cine nos permite entender la razón del concepto de *patrimonio audiovisual*. Monasterio (2005), introduce el término hablando justamente de una herramienta para el registro y posterior proyección de imágenes que representan una herencia cultural de nuestro pasado. Así, justificando la conservación del mismo, afirmando

que “Si no se proyectasen las películas no existiría el cine, sería tan sólo un material físico enlatado”. Ante esto, él mismo explica problemáticas que surgen a partir de la necesidad de preservar estos archivos, tales como la fragilidad de los soportes, las limitaciones presupuestarias y la falta de cultura patrimonial. De la mano, González-Ruiz, Térmens & Ribera (2012) plantean la digitalización de material de video analógico como única solución viable a la problemática antes expuesta, puesto “que ya todos los formatos analógicos han quedado obsoletos” (p. 521). Pero, la restauración de material filmico no fue concebida originalmente teniendo en mente su conservación como patrimonio. Enticknap (2013) cuenta que la digitalización nace con la finalidad de adaptar las imágenes de rollo a un formato mucho más moderno para su posterior venta, junto al establecimiento de la retransmisión de películas en televisión a mediados del siglo XX como negocio. Además, habla de casos como el de *Metropolis* (1927) del director Fritz Lang, sujeta a continuas restauraciones hasta la actualidad ya sea por motivos estéticos, históricos o financieros.

## 2.2 La inteligencia artificial y la restauración de imagen

Diversas investigaciones referentes al estudio de inteligencias artificiales existen desde mediados del siglo pasado, así como menciona Fausett (1994), en un intento de “comprender mejor el cerebro humano y por la motivación de replicar algunos de sus fuertes” (p. 1). De esta forma, se nos introduce el concepto de *redes neuronales artificiales*, básicamente refiriéndose a modelos matemáticos que emulan el funcionamiento de una red neuronal biológica. En la década de 1940, Warren McCulloch y Walter Pitts diseñan lo que se presume el primer modelo de redes neuronales artificiales, estableciendo una serie de características que en el futuro servirían de base para el funcionamiento lógico de las neuronas (Fausett, 1994, p. 28). Por otro lado, es importante resaltar los múltiples usos que pueden desempeñar las redes neuronales, tratándose de un campo extremadamente interdisciplinario. Fausett (1994), por ejemplo, menciona en su libro *Fundamentals of Neural Networks* labores como el procesamiento de señales, el control, el reconocimiento de patrones, medicina, la producción de palabras, el reconocimiento de palabras y los negocios. Actualmente, redes neuronales pueden ser entrenadas para identificar el movimiento de imágenes partiendo de técnicas como el *flujo óptico*, comúnmente utilizadas para tareas de restauración de video (Xue, Chen, Wu, Wei & Freeman, 2019, p. 1) Originalmente, la restauración digital de imágenes nació durante la guerra fría, con esfuerzos por parte de ambos bloques por reconstruir imágenes del espacio notablemente degradadas. En Banham & Katsaggelos

(1997), se presenta a la restauración de imaginación astronómica como la primera aplicación de restauración digital de imágenes, generalmente afectadas por el ruido o la poca luz, producto de limitaciones técnicas de la época (p. 25).

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 La preservación y restauración de patrimonio audiovisual

La preocupación por preservar material videográfico surge como consecuencia directa del valor histórico que se le es atribuido (Edmonson, 2004, p.1). Que, si bien puede ser objeto de múltiples interpretaciones, el propósito principal de conservar patrimonio audiovisual es para su posterior acceso y reutilización (Enticknap, 2013, p.18).

Muy aparte de su potencial educativo y patrimonial, desde un punto de vista industrial, las películas de material obsolescente pueden ser re-proyectadas para adquirir un valor económico (Briandana, Dwityas, Priyono & Audinna, 2020, p.78). No es hasta la llegada de la televisión en la década de 1950, que adquieren un valor en específico luego de su lanzamiento y distribución inicial. Previamente, el concepto de preservación era tan insignificante, que algunos estudios cinematográficos aplicaban políticas de retirada y destrucción de las mismas. (Enticknap, 2013, p. 45) Acción justificada producto a que la preservación de material audiovisual era mayormente visto como trabajo del sector público, puesto que la industria se encargaba justamente de generar valor comercial, más no cultural (Enticknap, 2013, p. 61).

Es primordial definir la diferencia entre los conceptos de preservación y restauración cuando a patrimonio audiovisual se refiere. En este caso, Enticknap (2013) define a la preservación, fundamentalmente, siendo poco más que un examen técnico de la base de película y su posterior almacenamiento en una bóveda con temperatura y humedad reguladas para su conservación a largo plazo (p. 128). Sin embargo, puede albergar otras tareas como su limpieza y revisión de daños cuadro por cuadro (Briandana, Dwityas, Priyono & Audinna, 2020, p. 81). Por otro lado, si la película presenta daños muy severos, la restauración del material físico se presenta como una actividad imprescindible.

Películas de acetato de celulosa y nitrocelulosa, representando gran parte del material analógico de imágenes en movimiento, empiezan a destruirse en si mismas desde el momento en que son fabricadas gracias a sus composiciones químicas (Enticknap, 2013, p.

25). Gracias a su inherente inestabilidad, la restauración resulta en una práctica más eficiente para la conservación de la obra, procurando en lo posible “mantener la experiencia subjetiva de las propiedades técnicas y estéticas” (Enticknap, 2013, p. 41).

Ambos procesos de preservación y la restauración, implican principalmente el examen y la evaluación de las características técnicas de la película sobreviviente, seguidas de su duplicación para su posterior almacenamiento y acceso a largo plazo (Enticknap, 2013, p. 58). Hablando de la duplicación como básicamente una forma de restauración, surge como respuesta ante factores como la obsolescencia de formatos de audio y video, mayormente siendo discontinuado el hardware necesario para su reproducción. En consecuencia, el restaurador deberá decidir cuál es la mejor manera de reproducir la obra utilizando reemplazos modernos (Enticknap, 2013, p. 35-36).

Por otro lado, la migración de formato durante el proceso de duplicación, ya sea fotoquímico o digital, puede significar un cambio intrínseco en el carácter y esencia de la obra a como fue originalmente concebida (Edmonson, 2004, p. 47). Por esta razón, Enticknap (2013) en su libro *Film restoration: The culture and science of audiovisual heritage*, habla constantemente del concepto de “originalidad”, afirmando que la película original no perdura y la restauración de la misma es necesaria debido a la naturaleza inherente del formato analógico. La modernización y la necesidad de adaptar contenido para una audiencia más contemporánea, amenaza gravemente este (como el mismo Enticknap (2013) lo acuña) “fetichismo por la originalidad” y la constante búsqueda por preservar la integridad cultural del material original (p. 29).

### 3.2 Digitalización como medio de preservación

La duplicación de contenido de elementos análogos es una tarea que puede ser tanto química como digital. Sin embargo, la descomposición química de los medios físicos, las ventajas por parte del almacenamiento digital y la transferencia de datos sin pérdida de calidad, presentan al uso de tecnologías informáticas para almacenaje y manipulación de imágenes en movimiento como la opción más confiable y factible a largo plazo (Edmonson, 2004, p. 50).

El proceso de digitalización consiste principalmente en “capturar una representación digital de la imagen de origen” (Enticknap, 2013, p. 105). Como añadido, el proceso de restauración puede ser ejecutado digitalmente. Una restauración fotoquímica, en comparación, requeriría

mucho más tiempo y podría dejar defectos notables en la copia, dependiendo del daño que esta presente. Al igual que su contraparte, la duplicación digital requiere la utilización de un escáner de película cinematográfica. No obstante, el resultado es representado como datos digitales, los cuales conforman la imagen (Enticknap, 2013, p. 105). Tareas como la limpieza, la eliminación de arañazos o suciedad en la superficie de la película pueden ser tratados mediante la utilización de softwares de edición de imagen o video. Nuevamente, la calidad del resultado de la restauración varía dependiendo de los daños que presente la película (Enticknap, 2013, p. 105).

La restauración digital, en palabras de Banham & Katsaggelos (1997), “es un campo de ingeniería que estudia los métodos utilizados para recuperar una escena original de observaciones graduadas” (p. 27). Por otro lado, existen las técnicas de mejora de imagen, diseñadas para manipular la imagen con el fin de producir resultados más estándar, teniendo en cuenta el contexto y época actuales. Factores como la resolución del escaneo dependen mucho de los estándares que existen tanto como en el cine digital, en televisión u medios de distribución audiovisual (Enticknap, 2013, p. 136-147). Softwares de video en la actualidad, tienen la capacidad realizar una conversión tanto ascendente como descendente en términos de resolución, aplicando técnicas al acceso de todo público que cuente con acceso a programas como Avid, Adobe Premiere o Final Cut Pro. Sin embargo, una conversión ascendente significa una pérdida considerable de calidad, viéndolo desde un punto de vista subjetivo por parte del espectador. Tal y como menciona Enticknap (2013), “tiene sentido planificar un proyecto de restauración digital de modo que el archivo de salida final sea de la más alta calidad (p. 127)”.

### 3.2.1 Especificaciones técnicas del video

Gracias a lo antes expuesto podemos concluir, una vez más, que la preservación y restauración de material audiovisual analógico carecería de sentido si no fuera con el fin de su posterior acceso y reutilización, sea cual sea el fin. Junto a la digitalización, dejamos atrás conceptos que eran utilizados exclusivamente para imágenes en movimiento en formato físico. Los estándares actuales, tanto del cine como de la televisión, comparten propiedades técnicas que son de vital importancia conocer. Ya que, si bien la calidad de video puede ser medida tanto subjetiva como objetivamente, es oportuno indagar en los aspectos técnicos que ofrecen los formatos de video actuales. (Sotelo, Joskowicz, Anedda, Murrioni, & Giusto,



2017, p. 1). De este modo, procesos digitales de mejora de video serán entendidos de una forma más sencilla.

La resolución espacial, como indican Ochoa & Utray (2016) en su libro *Tecnologías para la producción audiovisual en Ultra HD y 4K, Guía 4K 709*, se refiere a la cantidad de píxeles que “constituyen la altura y la anchura de una imagen” (p.11). En los últimos años, el famoso formato 4K o *Ultra High Definition* se ha caracterizado por posicionarse como el nuevo estándar actual en cuanto a resolución se refiere. Medios de distribución como Vimeo, Youtube, Netflix y Prime Video ofrecen contenido que soporta resoluciones a 4K con impresionante detalle y claridad (Sotelo, Joskowicz, Anedda, Murrioni, & Giusto, 2017, p. 1).

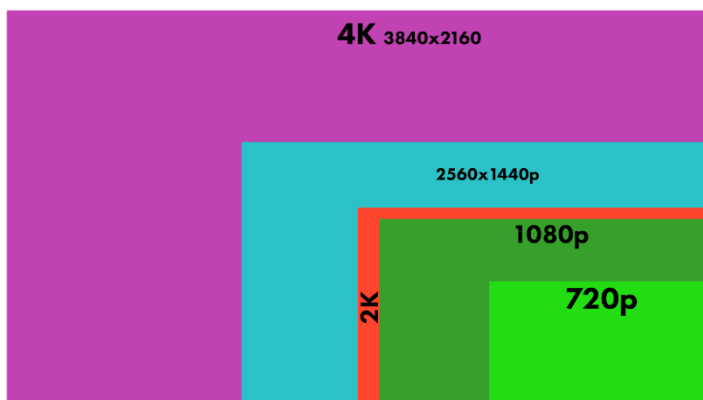
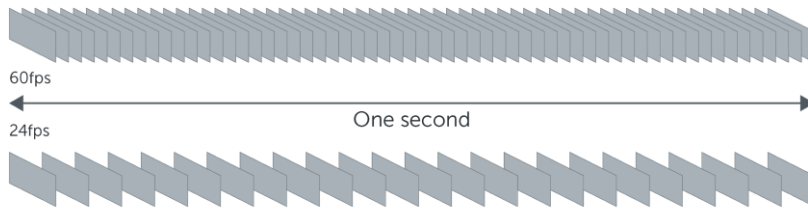


Figura 1. Comparación de resoluciones estándar de video

El estándar actual de la Iniciativa de Cine Digital (DCI) permite una resolución de entre 2K, con un ancho de 2,048 píxeles, y 4K, con un ancho de 4,096 píxeles. Siendo estos dos tamaños de resolución los estándares de escaneo de películas de 16 mm y 35 mm respectivamente (Enticknap, 2013, p. 108-136). Por lo tanto, se considera que una resolución en 4K es lo ideal a la hora de realizar restauraciones y duplicados digitales.

Por otro lado, tanto en el cine como en televisión, se define tradicionalmente a la fluidez con la que vemos imágenes en movimiento como la frecuencia de fotogramas por segundo (fps). Muy aparte de la calidad con la que percibimos el tamaño del material audiovisual, la información registrada por el movimiento se define en cuantos más fotogramas existan en el metraje. (Ochoa & Utray, 2016, p. 15).



*Figura 2.* Representación gráfica de la comparación entre 24 y 60 fotogramas por segundo. Fuente: (Brunner 2017)

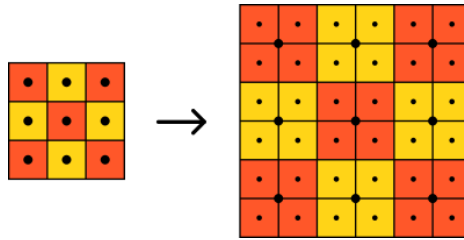
La velocidad de proyección estándar en el cine ha sido establecida en una tasa de 24 fps, mientras que la televisión en 30 fps. Sin embargo, las cámaras actuales poseen la capacidad de registrar cantidades más altas de fotogramas por segundo (Enticknap, 2013, p. 136-140).

### 3.2.2 El escalado de imagen

El escalado de imagen o interpolación de imagen, básicamente, se refiere a la tarea de alargar y transformar digitalmente una imagen compuesta por píxeles (Ahn, Park, Park, Paek & Ko, 2018, p. 9). Este proceso tiene múltiples aplicaciones a la hora de trabajar con imágenes geométricas, contando con una variedad de métodos prácticos que cuentan con sus propias ventajas y desventajas. El resultado que se esperaría al realizar la conversión de una imagen de baja resolución a una de alta resolución, tendría que ver directamente con la calidad de la imagen desde un punto de vista subjetivo, pero no es así. Dependiendo del algoritmo, la calidad de la imagen será afectada de distinta forma (Han, 2013, p. 1).

#### 3.2.2.1 Vecino más cercano

Siendo el algoritmo más rápido y sencillo de utilizar, el algoritmo de interpolación de vecino más cercano carga con ventajas tanto como a nivel de velocidad y rendimiento. Por otro lado, “puede traer una distorsión significativa y aparecerá un fenómeno de mosaico y diente de sierra” (Han, 2013, p. 4)

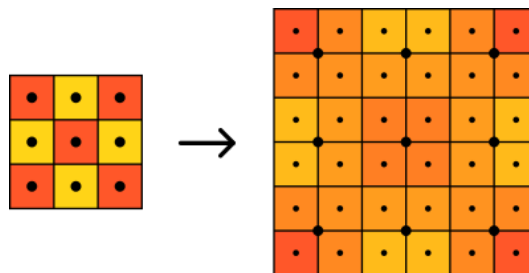


*Figura 3.* Ilustración representativa del algoritmo de vecino más cercano.  
Fuente: Cecil (2017)

Por medio de este proceso, los píxeles son básicamente agrandados hasta dar por resultado la imagen reescalada. Cada píxel que es creado desde cero, adopta la información del píxel más cercano ya existente. De este modo, la imagen es ampliada, pero sin una mejora subjetiva de calidad perceptible (Cecil, 2017).

### 3.2.2.2 Bilineal

La interpolación bilineal, a comparación del método de vecino cercano, ofrece un mejor rendimiento de calidad de imagen. Sin embargo, es mucho más complejo y exige un mayor rendimiento (Ahn, Park, Park, Paek & Ko, 2018, p. 9). Sin embargo, los resultados mayormente pueden presentar desenfoque y cierto grado de difuminación en los bordes. (Han, 2013, p. 4)



*Figura 4.* Ilustración representativa del algoritmo de interpolación bilineal. Fuente: Cecil (2017)

A diferencia del algoritmo de vecino más cercano, los nuevos píxeles creados adoptan mezclan la información de los ya existentes y combinan sus colores en direcciones x e y. Finalmente, el color del píxel es determinado al interpolar los colores los píxeles circundantes (Cecil, 2017). De esta manera, el resultado visual es mucho más agradable a la vista, pero sin llegar a ser la mejor opción en cuanto a calidad se refiere.

### 3.2.3 La interpolación de fotogramas

En la actualidad, existen múltiples herramientas con el objetivo de cambiar la velocidad de un video, de esta forma modificando su duración ya sea ampliándola o comprimiéndola. Durante el proceso, nuevos fotogramas son creados y deben adquirir información basándose en los fotogramas ya existentes. En este apartado, se tomarán de referencia las técnicas ofrecidas por el software de edición de video Adobe Premiere Pro. (Adobe, 2019).

#### 3.2.3.1 Muestreo de fotogramas

El proceso más sencillo a la hora de resolver los fotogramas intermedios, viene a ser la técnica *frame sampling* o por su traducción al español, muestreo de fotogramas. Por medio de esta herramienta, la información del fotograma previo es asignada al fotograma subsiguiente. El resultado es un movimiento poco fluido, sin la creación de nuevos fotogramas de por medio y la reutilización de los mismos fotogramas del clip (Dot CSV, 2020).

#### 3.2.3.2 Combinación de fotogramas

Si se calculan dos imágenes consecutivas y se presenta como una solución al fotograma intermedio, se produce lo que se conoce como *frame blending* o combinación de fotogramas (Two Minutes Papers, 2020). A comparación del muestreo de fotogramas, la combinación del fotograma anterior y la superposición del subsiguiente, generan un mejor resultado visual gracias a una mayor fluidez en los movimientos. Sin embargo, esta técnica es incapaz de generar información nueva, lo que generalmente produce desenfoco y suciedad en el metraje (Dot CSV, 2020).

#### 3.2.3.3 Flujo óptico

Técnicas de interpolación de tiempo más sofisticadas parten de la base del *optical flow* o flujo óptico, por su traducción literal al español. El algoritmo se encarga de estimar el movimiento de uno o más fotogramas intermedios a base de dos fotogramas subsiguientes. El proceso se guía principalmente en la trayectoria de los objetos, creando un resultado de mayor calidad en la mayoría de casos. Sin embargo, la creación de estas imágenes basadas en movimiento puede generar distorsión gracias a objetos superpuestos entre sí o movimientos bruscos (Niklaus, Mai & Liu, 2017, p. 2).

### 3.3 Mejora de vídeo utilizando redes neuronales

A día de hoy, los avances en inteligencias artificiales o también llamadas redes neuronales, brindan soluciones a problemáticas como el ruido o la baja resolución que la mayoría de películas provenientes de formato analógico presentan (Iizuka & Simo-Serra, 2019, p. 176). Además, rasguños y suciedad en las bases de película son daños muchas veces imposibles de ser corregidos de forma fotoquímica. La capacidad de entrenar estas redes neuronales para reconocer y diferenciar material gráfico dañado, nos conlleva a resultados sustancialmente más precisos a comparación de los métodos convencionales (Ledig, Theis, Huszár, Caballero, Cunningham, Acosta, Aitken, Tejani, Totz, Wang & Shi, 2017, p. 3). Por otro lado, los algoritmos de interpolación temporal de fotogramas antes mencionados pueden ser superados por redes neuronales. La posibilidad de estimar el movimiento y condicionar a las redes neuronales para generar resultados a partir de los datos que hayamos usado para su entrenamiento, nos dará por consecuencia imágenes subjetivamente más realistas. De esta forma, los fotogramas de salida son el producto de un proceso de aprendizaje y análisis de imágenes mucho más complejo (Xue, Chen, Wu, Wei & Freeman, 2019, p. 3).

#### 3.3.1 Super Resolución

La tarea de estimar una imagen de alta resolución, a partir de su contraparte de baja resolución, se conoce como super resolución. A diferencia de técnicas de escalado convencionales, se enfoca en conservar los detalles en las texturas a partir de la alucinación del algoritmo basado en aprendizaje profundo (Xue, Chen, Wu, Wei & Freeman, 2019, p. 6). Sin embargo, este complejo trabajo requiere de un entendimiento del contexto de lo que se muestra en las imágenes.

De esta forma, se entrena a la red neuronal a base de imágenes de entrada de baja resolución y sus contrapartes de salida de alta resolución, haciéndola capaz de reconstruir texturas más realistas (Ledig, Theis, Huszár, Caballero, Cunningham, Acosta, Aitken, Tejani, Totz, Wang & Shi, 2017, p. 2). Si bien la alta gama de aplicaciones de la super resolución ha permitido avances significativos en el área de investigación, es importante destacar el fácil acceso a este tipo de redes neuronales (Wang, Chan, Yu, Dong, Change Loy, 2019, p. 1). Tecnológicas de mejora de video usando algoritmos a base de aprendizaje son posicionadas como las favoritas a la hora de aumentar resolución a imágenes o archivos de video.

### 3.3.2 Denoising

Cuando se refiere al ruido, generalmente en el área fotográfica, hace alusión al efecto de sal y pimienta, donde píxeles aleatorios son reemplazados al azar por otros de color blanco o negro. Otro tipo de ruidos, reemplazan píxeles con ruido y conservan el color de otros (Lehtinen, Munkberg, Hasselgren, Laine, Karras, Aittala & Aila, 2018, p.5). La técnica de *denoising* o reducción de ruido, tiene como objetivo la eliminación del ruido, ya sea para recuperar el material original o mejorar su calidad visual.

Entrenando a las redes neuronales, alimentándolas de una gran base de información, serán capaces de entender el concepto de ruido. Así como se menciona en Lehtinen, Munkberg, Hasselgren, Laine, Karras, Aittala & Aila, (2018), redes neuronales son capaces de aprender a eliminar ruido de una imagen sin la necesidad de mostrarle imágenes limpias de salida. De este modo, la inteligencia artificial es capaz de entender el ruido únicamente aprendiendo de imágenes corruptas de entrada (p. 1).

### 3.3.3 Super Fluidez

La calidad de la interpolación temporal de fotogramas muchas veces es afectada gracias al movimiento u oclusión de objetos grandes. Muchos de los algoritmos basados en flujo óptico tienen problemas para entender la profundidad de los sujetos en la imagen, dando por resultado imágenes distorsionadas y poco satisfactorias (Bao, Lai, Ma, Zhang, Gao & Yang, 2019, p. 1).

El diseño de las redes neuronales intenta producir datos a partir de múltiples procesos en cadena. Así, como se explica en Bao, Lai, Ma, Zhang, Gao & Yang (2019), uno es el flujo óptico, que también forma parte de técnicas antes vistas. Después, se produce un mapa de profundidad que nos dice qué tan lejos están las partes de la imagen de la cámara. Esto es de suma importancia, porque si giramos la cámara, los objetos ocluidos previamente se vuelven visibles de repente, y necesitamos la inteligencia adecuada para poder reconocer esto y completar este tipo de información faltante. Para esto es el paso de extracción contextual, que mejora drásticamente la calidad de la reconstrucción, y finalmente, también se aprenden los núcleos de interpolación, lo que le da más conocimiento sobre qué datos tomar del marco anterior y el siguiente (p. 4).

De esta forma, obtenemos como resultado un metraje con el doble o más fotogramas de los que teníamos al principio, producto de la creación de nueva información estimada por la red neuronal (Xue, Chen, Wu, Wei & Freeman, 2019, p. 3).

#### 4. DISEÑO METODOLÓGICO

La presente investigación es cualitativa, tal y como sugiere Creswell (1994), “el investigador es un instrumento de recolección de datos” (p. 13), tomando en cuenta diversas perspectivas a raíz de otros autores, y recogiendo datos tanto visuales o escritos, con el fin de interpretar la información de forma clara y concisa.

El análisis será puramente subjetivo, producto de estudiar a fondo los resultados usando como base los conceptos previamente vistos en el marco teórico. De tal forma, los objetos de estudio se tratarán de videos sometidos a diversos algoritmos de mejora visual.

##### 4.1 Técnicas de producción de datos

###### 4.1.1 Análisis de contenido

El análisis de contenido, tal y como menciona Andréu (1998), se basa en la “técnica de interpretación de textos, ya sean escritos o grabados” que compartan la característica de albergar datos relevantes potencialmente interpretados a base de un contexto.

El objeto principal de análisis se centrará en el material videográfico “La llegada de un tren a la estación de La Ciotat” (1896), sometido a distintas técnicas de mejora de video, tanto algoritmos clásicos como los basados en redes neuronales convolucionales. Dependiendo de los resultados, es posible realizar una comparativa subjetiva tomando en cuenta los factores determinantes que son mejorados por las redes neuronales.

A raíz de este análisis, se podrán evidenciar características de vídeo mejoradas a partir de técnicas no convencionales de mejora de video como las siguientes:

- La percepción subjetiva de calidad.
- El nivel de detalle.
- El contorno de la imagen.
- La sensación de realismo.
- El atractivo visual.

## 4.2 Estrategia Operativa

La muestra de esta investigación, se concentra en el material videográfico registrado en formato obsolecente por los hermanos Lumiere, posteriormente digitalizado y restaurado en una resolución de 1280x720 píxeles (Lucas, 2017). De esta manera, se busca someter el video a distintas técnicas de mejora de video, incluyendo dos a base de redes neuronales. A raíz de esto, es posible comparar los resultados de una forma subjetiva para determinar los factores determinantes que son mejorados a partir de algoritmos mucho más complejos.

### 4.2.1 Orden de Recolección

Se ejecutarán las técnicas de mejora de video al material respectivo, donde se hará uso de tablas para mostrar los distintos algoritmos que serán utilizados en el análisis de contenido y su respectivo resultado como se puede ver en los Anexos 1 y 3. Por otro lado, las evaluaciones subjetivas con las diferentes técnicas de mejora de video serán comparadas en otro tipo de tablas como se observa en los Anexos 2 y 4.

### 4.2.2 Instrumentos (Anexos)

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Ledig, C., Theis, L., Huszár, F., Caballero, J., Cunningham, A., Acosta, A., Aitken, A., Tejani, A., Totz, J., Wang, Z. & Shi, W. (2017). Photo-realistic single image super-resolution using a generative adversarial network. Paper presented at the Proceedings - 30th IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR 2017, , 2017-January 105-114. doi:10.1109/CVPR.2017.19
- Bao, W., Lai, W. -, Ma, C., Zhang, X., Gao, Z., & Yang, M. (2019). Depth-aware video frame interpolation. Paper presented at the Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition , 2019-June 3698-3707. doi:10.1109/CVPR.2019.00382
- Xue, T., Chen, B., Wu, J., Wei, D., & Freeman, W. T. (2019). Video enhancement with task-oriented flow. *International Journal of Computer Vision*, 127(8), 1106-1125. doi:10.1007/s11263-018-01144-2
- Wang, X., Chan, K. C., Yu, K., Dong, C., & Change Loy, C. (2019). Edvr: Video restoration with enhanced deformable convolutional networks. In *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops* (pp. 0-0).
- Iizuka, S., & Simo-Serra, E. (2019). DeepRemaster: temporal source-reference attention networks for comprehensive video enhancement. *ACM*



- Transactions on Graphics (TOG), 38(6), 1-13. Recuperado de [http://iizuka.cs.tsukuba.ac.jp/projects/remastering/data/remastering\\_siggraphasia2019.pdf](http://iizuka.cs.tsukuba.ac.jp/projects/remastering/data/remastering_siggraphasia2019.pdf) [Consulta: 20 de abril de 2020].
- Fausett, L. V., & Fausett, L. (1994). *Fundamentals of Neural Networks*. Upper Saddle River, NJ, Estados Unidos: Prentice Hall.
- González-Ruiz, D., Térmens, M., & Ribera, M. (2012). Aspectos Técnicos de la digitalización de fondos audiovisuales. *El Profesional de la Información*, 21(5), 520-528. doi: 10.3145/epi.2012.sep.12
- Zilouchian, A. (2001). Fundamentals of neural networks. *Intelligent control systems using soft computing methodologies*, 17-38. Recuperado de [http://umh1480.edu.umh.es/wp-content/uploads/sites/44/2013/02/Fundamentals\\_of\\_Neural\\_Networks.pdf](http://umh1480.edu.umh.es/wp-content/uploads/sites/44/2013/02/Fundamentals_of_Neural_Networks.pdf) [Consulta: 20 de abril de 2020].
- Han, D. (2013). Comparison of Commonly Used Image Interpolation Methods. *Proceedings of the 2nd International Conference on Computer Science and Electronics Engineering (ICCSEE 2013)*. doi: <https://doi.org/10.2991/iccsee.2013.391>
- Monasterio, J. E. (2005). La preservación del patrimonio audiovisual. Funciones de la filmoteca. *revista PH*, 60-66. doi: <https://doi.org/10.33349/2005.56.2100>
- Denis Shiryayev (2020). [4k, 60 fps] Arrival of a Train at La Ciotat (The Lumière Brothers, 1896) [Archivo de vídeo]. Recuperado de [://www.youtube.com/watch?v=3RYNThid23g&list=RDFL\\_RR1iDA2k&start\\_radio=1](://www.youtube.com/watch?v=3RYNThid23g&list=RDFL_RR1iDA2k&start_radio=1) [Consulta: 22 de abril de 2020].
- Lehtinen, J., Munkberg, J., Hasselgren, J., Laine, S., Karras, T., Aittala, M., & Aila, T. (2018). Noise2Noise: Learning image restoration without clean data. Paper presented at the 35th International Conference on Machine Learning, ICML 2018, , 7 4620-4631.
- Sotelo, R., Joskowicz, J., Anedda, M., Murrioni, M., & Giusto, D. D. (2017). Subjective video quality assessments for 4K UHD TV. Paper presented at the *IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting, BMSB*, doi:10.1109/BMSB.2017.7986225
- Prats, L. (1998). El concepto de patrimonio cultural. *Política y sociedad*, 27(1), 63-76.
- Enticknap, L. (2013). *Film restoration: The culture and science of audiovisual heritage*. Springer.
- Briandana, R., Dwityas, N. A., Priyono, B. J., & Audinna, S. (2020). Film transformations from analog to digital: A case study of film restoration in Indonesia. *Humanities & Social Sciences Reviews*, 8(1), 78-84.

- Banham, M. & Katsaggelos, A. (1997). Digital image restoration. In IEEE Signal Processing Magazine, vol. 14, no. 2, pp. 24-41. doi: 10.1109/79.581363.
- Teruggi, D. (2004). Can we save our audio-visual heritage? Ariadne, 39.
- Edmonson, R. (2004). Audiovisual archiving: philosophy and principles (pp. 128-145). Paris: Unesco.
- Ochoa, L. & Utray, F. (2016). Tecnologías para la producción audiovisual en Ultra HD y 4K, Guía 4K 709. *Tecnologías para la producción audiovisual en Ultra HD y 4K, Guía 4K 709*, 1-130.
- Brunner, D. (2017) Frame Rate: A Beginner's Guide. Recuperado de <https://www.techsmith.com/blog/frame-rate-beginners-guide/> [Consulta: 25/06/2020]
- Ahn, J., Park, J., Park, D., Paek, J. & Ko, J. (2018) Convolutional neural network-based classification system design with compressed wireless sensor network images. PLoS ONE 13(5): e0196251. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196251>
- Cecil, C. (2017) Scaling Pixel Art Without Destroying It. Recuperado de <https://colececil.io/blog/2017/scaling-pixel-art-without-destroying-it/> [Consulta: 26/06/2020]
- Adobe Support (2019) Change duration and speed of clips. Recuperado de <https://helpx.adobe.com/premiere-pro/using/duration-speed.html> [Consulta: 29/06/2020]
- Dot CSV (2020) ¡Aumentando fotogramas con Inteligencia Artificial! (SuperFluidez). [Archivo de vídeo]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=0dzzHxzYh-s&t=211s> [Consulta: 29/06/2020]
- Two Minutes Papers (2020) This Network Turns Videos Into 60 FPS! [Archivo de vídeo]. Recuperado de [https://www.youtube.com/watch?v=B1Dk\\_9k6l08](https://www.youtube.com/watch?v=B1Dk_9k6l08) [Consulta: 29/06/2020]
- Niklaus, S., Mai, L. & Liu, F. (2017). Video frame interpolation via adaptive separable convolution. Paper presented at the Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision, , 2017-October 261-270. doi:10.1109/ICCV.2017.37
- Andréu, J. (1998). Las técnicas de análisis de contenido: una revisión actualizada.[Documento en línea]. Recuperado de [http://public.centrodeestudiosandaluces.es/pdfs S, 200103](http://public.centrodeestudiosandaluces.es/pdfs/S_200103).
- Hernández-Sampieri, Roberto (2014) Metodología de la Investigación,<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp->

content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf

Lucas (2017). L'Arrivée d'un train à La Ciotat (Louis Lumière, 1896) [Archivo de vídeo]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=MT-70ni4Ddo> [Consulta: 08 de julio de 2020].

6. ANEXOS

Anexo 1. *Tabla 1*

*Tabla de evaluación subjetiva de diferentes métodos de escalado*

<b>Tipo de escalado</b>	<b>Fotograma de muestra</b>	<b>Impresiones subjetivas</b>	<b>Contorno de la imagen</b>	<b>Comparativa</b>	<b>Tiempo de procesamiento</b>
<b>Video de entrada</b>					
<b>Bilineal</b>					
<b>Vecino más cercano</b>					
<b>Super resolución (TECOGAN)</b>					

Anexo 2. Tabla 2

Tabla de evaluación subjetiva de diferentes métodos de interpolación temporal de fotogramas

<b>Tipo de escalado</b>	<b>Fotograma de entrada</b>	<b>Impresiones subjetivas</b>	<b>Contorno de la imagen</b>	<b>Comparativa</b>	<b>Tiempo de procesamiento</b>
<b>Video de muestra</b>					
<b>Muestreo de fotogramas</b>					
<b>Combinación de fotogramas</b>					
<b>Flujo óptico</b>					
<b>Super Fluidez (DAIN)</b>					

### Anexo 3. Matriz de Consistencia

Tema de investigación	Preguntas de investigación	Objetivos	Categorías	Marco Teórico	Metodología
<p>La inteligencia artificial como herramienta para la restauración y preservación de material audiovisual obsoleto en la actualidad.</p>	<p><b>Pregunta general:</b> ¿Cómo las herramientas de restauración de video a base de redes neuronales existentes aportan para la preservación y conservación de patrimonio audiovisual?</p> <p><b>Preguntas específicas:</b> - ¿Cómo el proceso de escalado y restauración de video a base de redes neuronales mejoran ciertos factores determinantes al material audiovisual obsoleto?</p> <p>- ¿Qué técnicas son tradicionalmente utilizadas a la hora de escalar video y en qué se diferencian frente a los resultados expuestos por los métodos utilizando redes neuronales?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Analizar los aportes de las herramientas de restauración de video usando inteligencias artificiales para la restauración y conservación de patrimonio audiovisual. (Caso Arrival of a Train at La Ciotat - The Lumière Brothers, 1896)</p> <p><b>Objetivos específicos:</b> - Analizar el proceso de restauración de material audiovisual obsoleto mediante las redes neuronales. - Analizar las técnicas tradicionales de escalado de imagen frente a las hechas a base de redes neuronales.</p>	<p><b>Categoría A:</b> Conservación de Patrimonio audiovisual.</p> <p><b>Sub categorías:</b> - Digitalización como herramienta de preservación. - Especificaciones técnicas del estándar de video digital.</p> <p><b>Categoría B:</b> Inteligencia artificial.</p> <p><b>Sub categorías:</b> - Super Resolución. - Super Fluidez. - Denoising</p>	<p><b>Antecedentes:</b> <b>Primer eje:</b> La preservación de material audiovisual y digitalización de video. <b>Segundo eje:</b> La inteligencia artificial y la restauración de imagen.</p> <p><b>Concepto 1:</b> Redes Neuronales Artificiales Es un sistema de procesamiento de información que tiene ciertas características de rendimiento en común con las redes neuronales biológicas. Las redes neuronales artificiales se han desarrollado como generalizaciones de modelos matemáticos de cognición humana o biología neuronal. (Fausett, 1994, p. 3)</p> <p><b>Concepto 2:</b> El patrimonio audiovisual El patrimonio audiovisual abarca, sin estar limitado a ello: grabaciones sonoras, radiofónicas, cinematográficas, de televisión, en video y otras producciones que incluyen imágenes en movimiento y/o grabaciones sonoras, estén o no destinadas principalmente a la difusión pública; que contienen abundante información para la herencia cultural de las sociedades. (Monasterio Morales, 2005, p. 61)</p>	<p><b>Paradigma</b> Interpretativo (Creswell, 1994)</p> <p><b>Método</b> Cualitativo (Hernández, Fernández y Baptista, 2014)</p> <p><b>Técnicas de producción de datos</b> <b>Análisis de contenido</b> (Andréu, 1998)</p> <p><b>Estrategia Operativa</b> <i>Orden de recolección</i> Se realizará exclusivamente el análisis de contenido. Primero, se someterá un clip audiovisual de baja resolución a diversos tipos de escalado e interpolación temporal. Seguido de esto, se analizarán los resultados a base de ciertos factores determinantes.</p> <p><i>Instrumentos</i> Guía 1: Tabla de evaluación subjetiva de diferentes métodos de escalado y diferentes métodos de interpolación temporal de fotogramas.</p>