



Universidad de Valladolid

Facultad de Filosofía y Letras

MÁSTER EN CINE,
COMUNICACIÓN E INDUSTRIA
AUDIOVISUAL

La evolución del concepto de montaje hacia la
frecuencia de imagen dinámica

Jin Yang

Tutor: Jon Dornaletche Ruiz

Facultad de Ciencias Sociales, Jurídicas y de la Comunicación

Curso: 2024-2025

1.Introducción.....	3
1.1. Objetivos e hipótesis.....	5
1.2. Metodología.....	6
2. Estándares técnicos y evolución histórica del "frame rate"	7
2.1. Coincidencia y Inevitable: El establecimiento del mito de los 24 fps.....	7
2.2. Estrato electrónico :Especificaciones técnicas de la sala de proyección y las preferencias del público.....	12
2.3 Manipulación del tiempo: Decisión de los directores.....	16
3. Estética digital y percepción algorítmica: Montaje bajo plataformas.....	22
3.1 Estrato algorítmico en la industria cinematográfica : Nueva prueba.....	22
3.2 Algoritmos bajo el capital: La capa invisible de las plataformas de video en línea.....	27
3.3 Algoritmos de IA: La crisis ontológica de la nueva era.....	31
4. Montaje animado y plasticidad de la frecuencia visual.....	34
4.1 Animación, otra interpretación de la estética cinematográfica.....	34
4.2. Animación.....	39
5. Montaje inmersivo: percepción y ritmo corporal.....	44
5.1 Animación y cine real en convergencia: XR, AR, VR.....	44
5.2 La frecuencia de imagen en XR/VR/AR: límites de la percepción y la ergonomía inmersiva.....	45
6. Conclusión.....	48
7. Referencias.....	49

Resumen

Este estudio demuestra que el cine evoluciona gracias al equilibrio entre las decisiones de sus actores clave: como directores, público y productores, moldean los estándares del cine, y cómo históricamente los monopolios, como Hollywood, han impuesto normas que limitan la creatividad. El estudio propone que el cine pierde su esencia cuando se eliminan las decisiones humanas, y enfatiza la importancia de proteger la diversidad en la producción cinematográfica. Se argumenta que la consolidación de los 24 fps como norma no es óptima para la percepción visual humana, y que la persistencia de este estándar es un caso de domesticación tecnocultural.

Palabras clave: Frecuencia de imagen, montaje, historia técnica del cine, ontología del cine, algoritmos, animación, Realidad virtual (VR) / Realidad extendida (XR)

Abstract

This study demonstrates that cinema evolves thanks to the balance between the decisions of its key actors: how directors, audiences, and producers shape cinema standards, and how monopolies, such as Hollywood, have historically imposed rules that limit creativity. The study warns that cinema loses its essence when human decision-making is eliminated, and emphasizes the importance of protecting diversity in film production. It argues that the consolidation of 24 fps as a standard is not optimal for human visual perception, and that the persistence of this standard is a case of technocultural domestication.

Keywords: Frame rate, montage, technical history of cinema, film ontology, algorithms, animation, Virtual Reality (VR) / Extended Reality (XR)

1.Introducción

En medio del debate generado por el llamado "efecto telenovela" (Elite Screens, 2017) y sus implicaciones estéticas, la consolidación de los 24 fps como norma dorada del cine ha reafirmado su hegemonía cultural. Paradójicamente, esta primacía persiste a pesar de que numerosos estudios neurocientíficos (Eisen-Enosh et al., 2017) han demostrado que el ojo humano puede detectar variaciones de luz mucho más allá de ese umbral, incluso por encima de los 1000 fps. Este fenómeno constituye un ejemplo paradigmático de lo que puede denominarse una domesticación tecnocultural: un estándar históricamente contingente que, a través del hábito colectivo y la codificación simbólica, se naturaliza como canon estético.

Desde la teoría de la "path dependence" (Praeger, 2007), puede afirmarse que la evolución del lenguaje cinematográfico no responde a procesos de optimización técnica lineal, sino a complejas negociaciones entre restricciones materiales, memoria sensorial compartida y estructuras de poder industrial. Así, los 24 fps no son simplemente una convención técnica: son un artefacto semiótico que define lo que reconocemos como "cinematográfico". Al mismo tiempo, esta estandarización ha limitado históricamente las posibilidades expresivas del medio.

En las últimas décadas, la exploración creativa de frecuencias de imagen no convencionales ha generado nuevas posibilidades estilísticas. Ejemplos como *The Hobbit* (2012) con 48 fps, *Spider-Man: Into the Spider-Verse* (2018) con modulación variable, y *Avatar: The Way of Water* (2022) con tecnología VFR, demuestran que el frame rate puede ser manipulado como un recurso narrativo con efectos estéticos específicos. Estas prácticas emergentes revelan una transformación profunda: del montaje visible entre planos al montaje inmanente dentro del plano mismo, articulado a través del ritmo de los fotogramas.

De forma paralela, el desarrollo de plataformas digitales como Tik Tok, YouTube o Netflix ha trasladado el control de la imagen desde la cámara al algoritmo. En estos contextos, la frecuencia de imagen ya no es solo una decisión del cineasta, sino una variable intervenida por sistemas de compresión, predicción y optimización perceptual, lo que genera nuevas tensiones entre estética y automatización.

En este contexto, la presente investigación parte de la premisa de que la frecuencia de imagen no debe entenderse exclusivamente como un mecanismo técnico de reproducción fluida, sino como una dimensión expresiva y estructurante del lenguaje cinematográfico contemporáneo. Al igual que el montaje tradicional articula la temporalidad entre planos, el frame rate —cuando es manipulado de forma consciente— funciona como un montaje interno de la imagen, capaz de modular la percepción del tiempo, intensificar la inmersión sensorial o producir rupturas semióticas deliberadas. Esta variación ya no responde únicamente a criterios de eficiencia tecnológica, sino que constituye una decisión estética con efectos narrativos, perceptivos y filosóficos.

Por tanto, el objetivo de este estudio no es solo analizar usos puntuales del VFR en el cine y la animación, sino reconceptualizar la frecuencia de imagen como una herramienta expresiva central en el marco del cine postfotográfico. En una era donde la automatización algorítmica redefine lo visual, esta investigación propone que el frame rate puede y debe ser abordado como un eje estético clave para entender la autoría digital, la política de la percepción y la evolución de la experiencia filmica en entornos computacionales. Lejos de tratarse de una simple cuestión técnica, la frecuencia de imagen se revela como un campo de tensión estética, ideológica y ontológica que redefine lo que entendemos hoy por "cine".

En definitiva, desde una perspectiva investigadora, la frecuencia de imagen no debe reducirse a un mero parámetro técnico, sino comprenderse como un componente tan esencial del lenguaje cinematográfico como el sonido, el color o el montaje. A lo largo de la historia, la teoría y la práctica del cine han tendido a ignorar su valor autónomo, naturalizando los "24 fps" como un producto inevitable del estándar industrial. Sin embargo, esta desatención ha limitado de hecho el potencial artístico del cine. Las variaciones en la frecuencia son capaces de reconfigurar el ritmo visual y la lógica perceptiva del espectador, influyendo directamente en la experiencia de visionado y generando efectos estéticos y narrativos tan intensos como los de cualquier otro recurso filmico. Por ello, en el contexto actual, reafirmar la dimensión estética del frame rate no solo constituye una aportación teórica necesaria, sino también un llamado urgente a la creación audiovisual del futuro.

1.1. Objetivos e hipótesis

El objetivo central de esta investigación consiste en reivindicar el frame rate o frecuencia de imagen como una dimensión esencial y subestimada del lenguaje cinematográfico, dotada de un potencial expresivo comparable al montaje, el sonido o la fotografía. Sostenemos como hipótesis principal que la consolidación histórica de los 24 fotogramas por segundo como estándar no respondió a razones de optimización perceptual o artística, sino a condicionantes tecnológicos y económicos ya superados, cuya perpetuación obedece principalmente a la inercia industrial y la dependencia de trayectoria. Mediante el análisis histórico, la discusión conceptual y el examen de casos representativos, este estudio pretende demostrar que la manipulación consciente de la tasa de fotogramas afecta directamente la percepción visual, el ritmo narrativo y la respuesta emocional del espectador. Asimismo, se argumenta que el desarrollo tecnológico reciente —en ámbitos como los videojuegos, la animación y los entornos inmersivos— ha eliminado las barreras que tradicionalmente limitaban la experimentación con el frame rate, haciendo viable y incluso necesaria una exploración más diversa y flexible de este parámetro. Frente a la actitud conservadora que durante décadas ha restringido las posibilidades expresivas del medio, proponemos que la asimilación de convenciones y técnicas provenientes de otros campos puede enriquecer sustancialmente el repertorio audiovisual contemporáneo. En definitiva, esta investigación postula que la variabilidad controlada del frame rate constituye una herramienta fundamental para expandir la capacidad narrativa y sensorial del cine, muy lejos de representar un riesgo o una desviación técnica. Por el contrario, su integración en el quehacer fílmico se revela como un paso necesario para actualizar el potencial artístico de un medio en constante evolución.

1.2. Metodología

Este estudio adopta como marco metodológico principal la teoría de la materialidad mediática de Friedrich Kittler[5] (Kittler, F. A., 1999), integrando las investigaciones sobre historia técnica del cine desarrolladas por David Bordwell (Bordwell, D., 1997). Mediante el concepto de "capas tecnológicas", se analiza la lógica evolutiva del montaje cinematográfico y la frecuencia de fotogramas, estructurando la historia del cine en cuatro estratos fundamentales:

1. Estrato mecánico (propiedades físicas del celuloide)
2. Estrato químico (procesos de revelado)
3. Estrato electrónico (señales digitales)
4. Estrato algorítmico (generación mediante IA)

Sobre esa base, examino cómo el frame rate dinámico (VFR) trasciende su función técnica para convertirse en lenguaje narrativo, validando dos hipótesis: (1) Los cineastas transforman limitaciones técnicas en recursos expresivos (ej: Vertov convierte saltos de celuloide en ritmo); (2) Los algoritmos de streaming (ej: compresión AV1) distorsionan la intención artística. Integrando métodos clave: Estadísticas de distribución de Redfern (2022) para comparar secuencias VFR mediante cuantiles ($Q_{0.1}/Q_{0.5}/Q_{0.9}$); Análisis de defectos filmicos de Zeppelzauer et al. (2011) donde problemas históricos (parpadeo, rayas) y errores digitales se categorizan como "marcas estilísticas"; Modelo de capas tecnológicas de Manovich (1999) para rastrear la evolución desde lo mecánico (origen 24fps) hasta lo algorítmico (optimización en TikTok). Objetivos: 1) Deconstruir la estandarización del frame rate; 2) Cuantificar su impacto en la atención del espectador; 3) Evaluar la intervención algorítmica en la estética fílmica.

El valor principal de este estudio reside en su capacidad para reconceptualizar el frame rate como una variable estética y semiótica, y no únicamente técnica. En un momento histórico en que los algoritmos automatizan progresivamente los parámetros visuales del cine, comprender el frame rate como herramienta expresiva ofrece nuevas perspectivas para la autoría digital, la experiencia espectral y la resistencia estética frente a la homogeneización algorítmica. Así, esta investigación no solo propone una lectura crítica de la evolución del lenguaje cinematográfico, sino que también abre un marco teórico para futuros estudios sobre cine y computación perceptual.

2. Estándares técnicos y evolución histórica del "*frame rate*"

2.1. Coincidencia y Inevitable: El establecimiento del mito de los 24 fps

La evolución técnica de la frecuencia de fotogramas (fps) en el cine no siguió un proceso lineal orientado exclusivamente por criterios estéticos, sino que estuvo determinada en gran medida por limitaciones materiales y decisiones de tipo económico, como lo demuestran diversos estudios arqueotecnológicos. En los experimentos pioneros realizados por Thomas Edison en el Black Maria Studio (1891), su equipo técnico probó frecuencias entre 16 y 48 fps, optando en un inicio por 46 fps para sincronizar con los 120 RPM del cilindro fonográfico. No obstante, la inestabilidad eléctrica —que provocaba el sobrecalentamiento de los motores de corriente continua— llevó a reducir la velocidad a 24 fps, mediante una relación de engranajes de 3:2 (Braun, 1992, pp. 189-190). Este ajuste, motivado por fallas técnicas más que por consideraciones perceptuales, sentó un precedente pragmático que influiría en futuras estandarizaciones.

En Europa, el Cinématographe Lumière (1895) funcionaba a 16 fps debido al peso del equipo (5,2 kg), lo que impedía una mayor velocidad de giro mediante manivela. Posteriormente, la estandarización francesa de 18 fps en 1908 —ratificada en el Congreso Cinematográfico de París— respondió a razones económicas: reducir en un 25 % el consumo de celuloide (Mannoni, 2000, p. 197). La comparación de estos dos ejemplos históricos demuestra que los 24 fps no fueron una elección inicial ni la única solución técnica. Sin embargo, debido a su ventaja competitiva inicial en el mercado cinematográfico, las prácticas industriales hegemónicas lideradas por Hollywood terminaron suprimiendo por completo las alternativas técnicas en nombre de la eficiencia comercial, lo que llevó a que la mayoría del público internalizara el estereotipo de que "el cine debe ser a 24 fps". Esto, sin duda, puede considerarse una forma de imposición estandarizadora.

Bordwell, en el capítulo *The Significance of Stylistic History*, analiza esta dinámica a través del modelo problema-solución de Ernst Gombrich, destacando cómo las convenciones técnicas emergen de tensiones entre innovación y restricciones materiales. Al comparar el montaje discontinuo de Eisenstein en *El acorazado Potemkin* (1925) con el corte continuo de Griffith en *El nacimiento de una nación* (1915), el autor demuestra que estilos aparentemente análogos —para el espectador promedio— operan bajo principios conceptuales divergentes. Eisenstein empleó

choques rítmicos y yuxtaposiciones dialécticas para estimular una interpretación ideológica, mientras que Griffith priorizó la fluidez narrativa mediante ediciones invisibles. Esta dicotomía revela que la estilización autoral actúa como motor catalítico en la evolución tecnológica, transformando limitaciones en oportunidades expresivas.

En otras palabras, esta evolución no respondió a un ideal artístico, sino a compromisos técnicos y económicos. Considerar los 24 fps como "naturales" para el cine es, en realidad, aceptar como norma lo que fue una solución contingente. Pero, objetivamente hablando, la frecuencia de imagen no es un simple subproducto de la técnica, sino un recurso expresivo con capacidad de incidir directamente en la experiencia del espectador.

Surge entonces una interrogante central: ¿la manipulación de los fps puede constituir un elemento definitorio del estilo autoral? o por el contrario ¿Su estandarización coercitiva sofoca tanto la creatividad del cineasta como la experiencia del espectador?

La respuesta, como sugiere Bordwell, reside en la dialéctica entre norma y subversión. Un ejemplo paradigmático de esta tensión se encuentra en *El hombre con una cámara* (1929) de Dziga Vértov. En esta obra vanguardista, Vértov empleó técnicas de montage y animación fotograma a fotograma —congelando y acelerando secuencias— para desestabilizar la percepción temporal del espectador. De esa manera, no solo cuestionó la rigidez de los estándares técnicos, sino que convirtió la velocidad de fotogramas en un dispositivo cinematográfico, exponiendo los mecanismos ocultos de la ilusión filmica.

Este enfoque demuestra claramente que la velocidad de fotogramas puede trascender su función instrumental para convertirse en un lenguaje artístico en sí mismo. Si Vértov desafiaba los límites técnicos de su época para revelar los mecanismos del cine, los cineastas contemporáneos utilizan la manipulación del *"frame rate"* no solo para deconstruir, sino para redefinir la experiencia sensorial del espectador. Esta evolución desde la crítica metalingüística hacia la inmersión hiperrealista marca un giro fundamental: mientras las vanguardias históricas exponían la artificialidad del medio, las nuevas tecnologías buscan borrar las fronteras entre lo filmado y lo vivido. Aquí, el control de los fps ya no es un recurso para cuestionar el cine, sino una herramienta para expandir sus posibilidades narrativas y perceptuales.

En este contexto, los cambios en la tasa de fotogramas (fps) adquieren un impacto visual más directo y transformador que las sutilezas del montaje clásico. Un ejemplo moderno es *Gemini Man* (2019) de Ang Lee, filmada íntegramente a 120 fps. En la secuencia inicial, Henry (Will Smith) intenta disparar a un objetivo que está en un tren en movimiento a alta velocidad. La elección de 120 fps no es un mero alarde técnico: permite al espectador experimentar la percepción ultrarrápida del personaje, cuya capacidad para discernir la posición instantánea de objetos en movimiento lo define como asesino de élite. Mientras el tren avanza a 300 km/h, cada fotograma captura con claridad microscópica. La expresión del rostro del personaje objetivo, la vibración del tren e incluso las partículas de polvo suspendidas en el aire. Este nivel de detalle, imposible a 24 fps, no solo intensifica el realismo, sino que redefine la identidad del personaje: su habilidad sobrehumana se evidencia directamente en tiempo real.

Este enfoque contrasta con soluciones previas para representar percepciones aceleradas. En *Matrix* (1999), la icónica escena donde Neo "esquiva balas" recurre a la cámara lenta para simular su visión ultrarrápida. Sin embargo, esta técnica —aunque efectiva— opera mediante una negación del movimiento real: ralentiza la acción para que el espectador infiera una velocidad superior. En cambio, los 120 fps de *Gemini Man* logran lo opuesto: aceleran la densidad informativa visual sin alterar la velocidad objetiva, permitiendo que el público vea el mundo como lo hace Henry. Esta capacidad de transmitir experiencias sensoriales inefables mediante el "*frame rate*" abre un territorio inexplorado: desde la sinestesia hasta la memoria fragmentaria.

La paradoja radica en que, mientras el *HFR* (*High Frame Rate*) acerca el cine a la fluidez de los videojuegos (60+ fps), también revela su incompatibilidad con ciertos códigos cinematográficos arraigados. Escenas de diálogo a 120 fps, por ejemplo, pueden percibirse como "demasiado reales", rompiendo la distancia estética que tradicionalmente media entre el espectador y la ficción. Así, la manipulación del "*frame rate*" no es un mero ajuste técnico, sino una negociación constante entre innovación y tradición, entre lo que el cine puede mostrar y lo que el público está dispuesto a aceptar como "cinematográfico".

Mientras, como mencioné al inicio de este capítulo, casi todos los avances pioneros en la historia del cine han estado limitados por factores materiales: el estrato

mecánico y el estrato químico. El estrato químico condicionó el desarrollo del rodaje cinematográfico, ya que —en la mayoría de los casos— La producción cinematográfica tradicional depende fundamentalmente de la película fotográfica, cuyo núcleo tecnológico reside en las reacciones fotoquímicas de los halogenuros de plata (como el bromuro de plata). Cuando la luz incide a través del objetivo sobre la película, las partículas de halogenuro de plata experimentan una reacción fotoquímica que genera una imagen latente. Posteriormente, en el baño revelador, agentes como la hidroquinona reducen los cristales de halogenuro de plata expuestos a plata metálica, conformando la imagen visible. El baño fijador, que contiene sustancias como el tiosulfato de sodio, disuelve los halogenuros no expuestos, estabilizando definitivamente la imagen.

Un caso paradigmático lo constituyen las películas IMAX de 70 milímetros: debido a su formato ampliado (con área por fotograma 8 veces superior al estándar de 35 mm), requieren tiempos de revelado prolongados y un control preciso de variables. Bajo esta premisa, dado que la producción cinematográfica es un acto comercial (En la mayoría de los casos, lo que imposibilita inversiones económicas irresponsables. Perseguir una mayor tasa de fotogramas implicaría una inversión económica astronómica si no se lograban avances técnicos en el estrato químico. Tomando como ejemplo Gemini Man mencionado anteriormente, su costo es aproximadamente un 30%-50% más alto que el de las películas estándar de 24 fps. (Bomb Report, 2019) Durante décadas, esto constituyó una barrera objetiva para el cine de alta tasa de fps.

Por otro lado, incluso si una película de alta tasa de fotogramas lograba producirse, las propiedades físicas del celuloide y la mencionada violencia estandarizadora imponían restricciones adicionales. La imagen de alta tasa de fps depende tanto de la captura como de la proyección. Si un material grabado a alta tasa de fps se reproduce en equipos de baja capacidad, aparecen problemas como parpadeo o congelación de imagen. Esto ocurre porque, cuando un fotograma nuevo ya está disponible pero el dispositivo no puede procesarlo a tiempo, la reproducción se interrumpe. Si la diferencia entre la tasa de fps del material y la capacidad del equipo es demasiado grande, resulta imposible reproducirlo (bajo la premisa de que los equipos de proyección de 24 fps siguen siendo el estándar predominante en el mercado, es la razón por la que muchos cines no pueden proyectar películas a 120 fps).

En resumen, la consolidación de los 24 fps como estándar cinematográfico no fue ni un designio divino ni una elección puramente técnica, sino el resultado de una coincidencia histórica transformada en inevitabilidad sistémica. Los experimentos iniciales de Edison (24 fps) y las limitaciones del Cinématographe Lumière (16 fps) reflejaban soluciones pragmáticas a problemas materiales concretos: motores sobrecalentados, costes de celuloide y sincronización audiovisual. Sin embargo, fue la hegemonía industrial de Hollywood —respaldada por su control global de la distribución y exhibición— la que convirtió una opción contingente en una norma inmutable. Al imponer los 24 fps como requisito técnico para acceder al mercado internacional, el sistema hollywoodense no solo eliminó alternativas, sino que naturalizó una frecuencia específica como sinónimo de "cine verdadero".

Esta mitificación se reforzó mediante un círculo vicioso: los cines equipados para 24 fps rechazaban películas en otros estándares, los espectadores internalizaban la fluidez de 24 fps como "estética cinematográfica", y las nuevas generaciones de creadores asumían el estándar como dogma. Incluso hoy, cuando tecnologías como el HFR prometen mayor realismo, la infraestructura global —desde proyectores hasta plataformas de streaming— sigue anclada en los 24 fps. Así, lo que comenzó como una solución técnica provisional se convirtió en un mito autorreforzado, en el que una coincidencia inicial se transforma en inevitabilidad histórica. El cine, como arte y como industria, demuestra que los estándares técnicos no son neutros: son el rostro visible de relaciones de poder, donde lo posible se define por lo ya establecido.

En suma, este recorrido histórico evidencia que la frecuencia de imagen de 24 fps no fue una elección neutra ni inevitable, sino una construcción técnica consolidada bajo intereses industriales y procesos de habituación colectiva. La estandarización del *"frame rate"* puede entenderse, por tanto, como un caso ejemplar de cómo las limitaciones materiales iniciales se transforman en convenciones estéticas aceptadas. Esta tensión entre contingencia técnica y naturalización perceptiva abre la posibilidad de repensar el montaje desde otras variables visuales, como la propia proyección. En este sentido, este análisis histórico desmonta la narrativa de una superioridad técnica o perceptual inherente a los 24 fps. Su consolidación se revela como el producto de una casualidad técnica inicial y su posterior imposición como estándar por un entramado industrial hegemónico. Comprender este origen contingente es fundamental para deslegitimar su estatus de norma incuestionable y para abrir el campo a la

experimentación con otras frecuencias de imagen, liberando a la creación fílmica de una restricción históricamente arbitraria.

2.2. Estrato electrónico: Especificaciones técnicas de la sala de proyección y las preferencias del público

Desde las primeras investigaciones psicológicas sobre el cine en la década de 1910, el estudio del movimiento aparente (apparent motion) ocupó un lugar central en la comprensión de la percepción cinematográfica. Como se menciona en el artículo *A psychology of the film* publicado por Ed S. Tan (2018) en Palgrave Communications, los psicólogos de la Gestalt cuestionaron la explicación tradicional de la "persistencia retiniana", argumentando que la fluidez perceptual no deriva pasivamente de estímulos físicos discontinuos, sino de estructuras mentales activas que integran información fragmentaria mediante principios como la continuidad buena y la coherencia objetual (Arnheim, 1957). Este enfoque cognitivo sentó las bases para entender cómo los espectadores construyen narrativas coherentes a partir de imágenes estáticas sucesivas, un fenómeno que Hochberg y Brooks (1996) posteriormente vincularon a la indispensable participación de esquemas mentales en la interpretación de transiciones entre planos.

En paralelo, el cine clásico desarrolló estrategias de montaje continuo —como el match on action y la dirección de miradas— para guiar la atención del espectador y crear una ilusión de continuidad espacio-temporal. Smith (2012) formuló su Teoría Atencional de la Continuidad Cinematográfica (AToCC), demostrando que los cortes cinematográficos operan como "puntos de anclaje" que sincronizan el movimiento ocular del espectador con la disposición espacial de los elementos narrativos en pantalla. Este mecanismo, respaldado por estudios de seguimiento de mirada (Loschky et al., 2015), confirma que la fluidez perceptiva no es meramente un producto de la estimulación visual, sino un resultado de la interacción entre rasgos fílmicos de bajo nivel (p.ej., movimiento, encuadre) y procesos cognitivos superiores.

En este contexto, la manipulación técnica de la tasa de fotogramas ("*frame rate*") —como se observa en tecnologías de frecuencia dinámica— constituye una evidencia empírica adicional de este principio. Como detalla Tan, experimentos históricos sobre el "movimiento beta" (Wertheimer, 1912) ya revelaron que variaciones en la velocidad de proyección alteran cualitativamente la percepción de

fluidez, un fenómeno que Anderson y Fisher (1993) atribuyeron a mecanismos neurofisiológicos de integración espacio-temporal en la corteza visual. Estos hallazgos, respaldados por análisis computacionales modernos (Cutting, 2016, p. 8), refuerzan la tesis de que la experiencia cinematográfica se fundamenta en una sinergia entre estímulos técnicos y arquitectura cognitiva, donde incluso alteraciones paramétricas como el *"frame rate"* pueden modular la inmersión narrativa mediante su impacto en los sistemas perceptuales automatizados. esta teoría subsana el vacío teórico en experimentos de las altas frecuencias de fotogramas, como el caso de Avatar The Way of Water.

Desde una perspectiva filosófica, la transición del montaje tradicional a la manipulación dinámica de la tasa de fotogramas representa un cambio profundo en la forma en que se concibe la naturaleza del cine. Esta transformación no solo es tecnológica, sino también ontológica: modifica los fundamentos sobre los que se construye la experiencia filmica. En la era digital de ultra alta definición, donde las imágenes se generan y manipulan algorítmicamente, resulta necesario revisar el papel que desempeña la proyección en relación con la imagen cinematográfica.

En este contexto, D. N. Rodowick (2009), al analizar las propiedades mediales del cine, sostiene que, a diferencia de otras artes como la pintura o la escultura, el cine no posee una "estabilidad ontológica definida". Es decir, no hay una identidad fija entre el objeto estético de la película y su soporte material: lo que se proyecta es una imagen que no pertenece de forma estable ni al celuloide ni al archivo digital, sino que existe como un flujo temporal dependiente de dispositivos de reproducción. En The Virtual Life of Film, Rodowick argumenta que esta inestabilidad ontológica se acentúa con la digitalización, ya que la imagen filmica ya no es una huella fotoquímica directa de lo real, sino una instancia generada, reproducida y modificable en tiempo real. Bajo esta premisa, intervenciones técnicas como la manipulación del *"frame rate"* no deben entenderse como simples ajustes técnicos, sino como transformaciones que afectan directamente a la ontología del cine: lo que cambia no es solo cómo se ve el tiempo, sino qué tipo de tiempo es el que se proyecta.

Cuando los espectadores contemplan una pintura o una escultura, el objeto estético que aprecian es precisamente el producto material creado por el artista. Sin embargo, ver una película nunca equivale a observar la película física o el disco duro. En la era digital, si consideramos el DCP (Digital Cinema Package) entregado por el

director a los cines como el "original" de una película, tras pasar por diferentes sistemas de proyección, lo que realmente llega a la retina del espectador son formas visuales radicalmente distintas, hasta el punto de que este "original" se vuelve prácticamente incognoscible en la experiencia cinematográfica real. Un ejemplo cotidiano es la demostración de modelos en tiendas de televisores: cuando una misma fuente de video se reproduce en pantallas diferentes, las diferencias en color, brillo y calidad de imagen son tan marcadas que resulta imposible determinar cuál de ellas se aproxima más al material fuente original. El cine opera bajo el mismo principio. El disco DCP entregado por el director para su exhibición contiene información visual primaria —color, iluminación, sonido, narrativa— que constituye la esencia original de la película. No obstante, los sistemas de proyección alteran sustancialmente estos datos primarios. Cuando la imagen llega al ojo (y el sonido al oído) a través de proyectores, pantallas, sistemas de audio y gafas 3D de diferentes especificaciones técnicas, parámetros como el color, el brillo, la tasa de fotogramas o la calidad acústica sufren desviaciones variables respecto al "original". Estas divergencias no se limitan al ámbito sensorial de la calidad audiovisual, sino que impactan directamente en la comprensión de elementos narrativos y personajes, incluso comprometiendo la coherencia dramática. Un ejemplo paradigmático es la percepción de aceleración en las películas mudas de Chaplin al ser proyectadas a 24 fotogramas por segundo: cuando se reproduce un número excesivo de fotogramas en un segundo, el movimiento adquiere una velocidad antinatural, distorsionando la intención original.

Hoy en día, la proliferación constante de salas especializadas en los cines —como salas IMAX, Dolby Cinema, salas CINITY, salas LUXE o salas Dolby Atmos— plantean implícitamente un cuestionamiento ontológico basado en la proyección: ¿Acaso lo que vemos bajo distintos sistemas de proyección sigue siendo la misma película?

Esta interrogante ha generado finalmente un pánico colectivo que ha dividido a los espectadores, creando dos opciones de visionado completamente opuestas. Por un lado, las películas de alto fps (como *El hobbit*) ofrecen una experiencia ultra HD que saca a los espectadores de su zona de confort construida durante décadas bajo el estándar de 24 fps. La fluidez excesiva ha provocado en muchos una sensación de "artificialidad hiperrealista", conocida como "efecto telenovela", lo que ha llevado a parte del público a preferir instintivamente el formato tradicional de 24 fps.

Por otro lado, el cine es una forma artística que integra tecnología, estética y aspectos comerciales. Para el espectador promedio, la tecnología y la estética pueden resultar abstractas, pero la marcada diferencia en los precios de las entradas se convierte en el indicador más tangible para distinguir los sistemas de proyección. Durante el estreno de Billy Lynn, solo cinco salas en todo el mundo podían proyectar la película en su formato completo, con precios en China que oscilaban entre 150 y 320 yuanes (Equivalente aproximado a entre 20 y 40 euros, generando incluso críticas por su costo excesivo. Al pagar entradas tres veces más caras que las convencionales, el acto de "ver una película" parece transformarse en "ver una película en una buena sala de cine". Los espectadores no solo no olvidan la presencia del proyector, sino que examinan conscientemente las nuevas sensaciones aportadas por las proyecciones de alta gama, comparan obsesivamente los efectos entre salas de distintos niveles técnicos, y cuestionan si lo proyectado en sistemas básicos sigue siendo "la película misma", consolidando así un fenómeno donde el precio define la ontología fílmica.

Este fenómeno se hizo más complejo durante el estreno de Gemini Man. La mayoría del público, guiado por los altos precios y la promoción mediática, asumió que solo las salas CINITY podían mostrar la "versión definitiva" y la "expresión original de Ang Lee". De hecho, CINITY es actualmente el único sistema que cumple simultáneamente con los requisitos técnicos de 3D, 4K y 120 fps. Así, quienes vieron la versión CINITY asumieron haber experimentado el máximo nivel técnico, atribuyendo luego las deficiencias de la película a que el director "sacrificó el arte por la tecnología", sin cuestionar si habían sido engañados por esta versión premium. En realidad, durante el rodaje de Gemini Man, Ang Lee revisaba diariamente copias proyectadas mediante un sistema dual que incluía tecnología Christie 6P + Dolby 3D. Esto no solo confirma que Lee trabajó bajo los estándares técnicos de Dolby Cinema desde la producción, sino que también evidencia que dicho sistema es el más cercano a su "versión original", no el posterior sistema CINITY de Huaxia con precios elevados (Benjamin, B. 2019).

Aunque el marketing del mercado ha dirigido las elecciones del público hacia direcciones imprevisibles, desde una perspectiva dialéctica, estas elecciones del espectador está impulsando un cambio de perspectiva en los estudios cinematográficos, desplazando el enfoque desde la filmación hacia la proyección. Sobre la base clásica de la "ontología fotográfica", la reflexión sobre la proyección

adquiere un significado ontológico equivalente. Esto no constituye una negación de la ontología fotográfica, sino una expansión del ámbito ontológico del cine. Hasta hoy, el director de fotografía sigue siendo uno de los creadores centrales del cine, responsable principalmente del color, la iluminación y el movimiento de cámara. Las nuevas tecnologías de proyección, precisamente, optimizan estos tres pilares de la expresión visual. Esta correlación no es casual: señala que, al reconocer la proyección como atributo ontológico del cine, podemos explorar desde ángulos renovados la innovación artística del lenguaje cinematográfico.

En suma, aunque esta insistencia en la búsqueda de "equipos de proyección más avanzados" pueda interpretarse como un fenómeno propio de la lógica consumista, no puede negarse que el mercado cinematográfico contemporáneo demuestra que los espectadores están dispuestos a pagar un precio más alto por las innovaciones propuestas por los directores. Esta tendencia, en cierta medida, reduce la preocupación de los cineastas respecto a la taquilla y ofrece un respaldo tangible para emprender experimentaciones más audaces con la frecuencia de imagen.

2.3 Manipulación del tiempo: Decisión de los directores

Impulsados por esta tendencia del mercado, la cuestión ya no es si el público acepta o no las nuevas tecnologías, sino cómo los directores pueden emplear activamente la frecuencia de imagen para moldear la narración y la percepción. En otras palabras, cuando la taquilla y la demanda de los espectadores ofrecen ya un respaldo para la exploración experimental, la manipulación del "*frame rate*" no debe entenderse como un riesgo, sino como un recurso esencial para que el cineasta exprese el tiempo y la emoción. Este es, precisamente, el núcleo que abordaremos a continuación: la frecuencia de imagen como decisión artística en la "manipulación del tiempo".

En su teoría de la duración consciente, Henri Bergson postuló que la vida humana constituye una continuidad indivisible del flujo de conciencia, imposible de fragmentar en unidades causales discretas. Por su parte, Aristóteles, en su tratado Física, estableció una relación ontológica entre el tiempo y el movimiento de los cuerpos: a una velocidad determinada, el desplazamiento de un objeto entre dos puntos exige un intervalo temporal específico. Así, el tiempo queda subordinado al espacio, pues solo existe en su interior. Bergson reconoció en este marco un tiempo

objetivo, cuantificable en unidades homogéneas (horas, minutos, segundos), comunicable intersubjetivamente y carente de cualidad diferencial entre sus segmentos (un segundo idéntico al siguiente). No obstante, propuso simultáneamente un tiempo subjetivo —experimentado como duración interna— cuya percepción varía según los estados afectivos: se dilata en el aburrimiento y se contrae en la euforia. Este tiempo, imposible de medir pero susceptible de cualificación, es inefable y singular: fluye o se estanca, acelera o ralentiza, rompiendo toda homogeneidad. En síntesis, el tiempo cerebral (subjetivo) y el tiempo cósmico (objetivo) operan como realidades irreductibles. Mientras el primero, análogo al reloj mecánico, transcurre lineal y cuantitativamente, el segundo emerge como una experiencia íntima, libre de constricciones espaciales. Bergson lo ejemplificó así: en el presente, podemos evocar instantáneamente un episodio infantil sin reconstruir su secuencia cronológica, o proyectar una década futura sin descomponerla en años o segundos (Bergson, 1889, p. 134).

En el ámbito de las artes visuales, la dicotomía temporal se materializa mediante técnicas como la aceleración/ralentización o diversos recursos de montaje. Sin embargo, para plasmar la fragmentación del tiempo subjetivo dentro de un marco objetivo, ningún método supera al corte de salto ("*jump cut*") inaugurado por Jean-Luc Godard. Este dispositivo, al eliminar la continuidad espacio-temporal entre planos, desestabiliza la lógica narrativa lineal y externaliza la percepción interna de una duración quebrada. En *À bout de souffle* (1960), Godard empleó repetidamente esta técnica, no como un mero recurso estilístico, sino como un manifiesto contra la ilusión de fluidez temporal impuesta por el cine clásico.

En una secuencia emblemática, el personaje de Michel Poiccard (Jean-Paul Belmondo) conduce por París mientras dialoga con Patricia (Jean Seberg). Godard interrumpe la acción con cortes abruptos que eliminan fragmentos de tiempo diagético, creando saltos temporales de segundos o minutos sin transición. Estos cortes no solo rompen la continuidad física —el coche aparece súbitamente en calles distintas—, sino que reflejan la psicología fragmentada: su percepción del tiempo no es un flujo uniforme, sino una sucesión de instantes desconectados, marcados por la ansiedad y la impulsividad.

La industria cinematográfica de la época, anclada en el montaje invisible hollywoodense, percibió estos saltos como errores técnicos. Sin embargo, Godard

demostró que la "imperfección" podía ser un acto de resistencia estética: al exponer las costuras del montaje tradicional, el corte de salto revelaba que el tiempo filmico no es una entidad objetiva, sino una construcción maleable, sujeta a las fracturas de la subjetividad humana. Así, lo que inicialmente parecía una provocación formal se consolidó como un instrumento filosófico para explorar la naturaleza esquiva de la temporalidad en la condición moderna.

Esta técnica pionera —el *"jump cut"*— fue ampliamente desarrollada durante el movimiento de la Nouvelle Vague, donde se utilizó como una herramienta consciente para cuestionar y romper con la estandarización del lenguaje cinematográfico promovido por Hollywood, particularmente la noción de "montaje invisible". A nivel ideológico, el *"jump cut"* interrumpía deliberadamente la fluidez narrativa, desnaturalizando la relación entre planos y forzando al espectador a adoptar una posición más activa frente a la construcción de sentido. En lugar de ser guiado de forma pasiva a través de una continuidad ilusionista, el espectador era confrontado con las discontinuidades, las elipsis evidentes y la fragmentación temporal, lo que le obligaba a participar cognitivamente en la reconstrucción del relato.

Bajo la influencia de esta corriente, las narrativas no lineales y las técnicas de manipulación temporal adquirieron un nuevo protagonismo. Cineastas posteriores, aunque no afiliados formalmente al movimiento, adoptaron su enfoque experimental como una estrategia expresiva. Por ejemplo, David Lynch, en *Mulholland Drive* (2001), empleó rupturas temporales para representar la confusión psíquica y la fragmentación de la identidad. Christopher Nolan, por su parte, utilizó en *Memento* (2000) una estructura narrativa inversa que exige al espectador reconstruir activamente la historia, siguiendo una lógica cercana a los mecanismos de la memoria.

No obstante, uno de los casos más singulares y representativos de la herencia estética del *"jump cut"* es *Chungking Express* (1994) de Wong Kar-wai. A diferencia de Lynch o Nolan, quienes vinculan la fragmentación principalmente con estructuras *step printing* narrativas complejas, Wong articula la disrupción temporal directamente en el plano visual y emocional. En este sentido, su uso del *"step printing"* —una técnica basada en la combinación de rodaje a baja frecuencia de fotogramas, reimpresión y obturación lenta— puede entenderse como una evolución técnica del *"jump cut"*. Al reducir la velocidad de grabación a, por ejemplo, 8 fps, e interpolar

posteriormente hasta los 24 fps estándar, se generan imágenes con apariencia entrecortada. Esta técnica se ve reforzada por una velocidad de obturación lenta (como 1/12 de segundo), lo que produce estelas de movimiento y una distorsión rítmica de la acción.

La particularidad de *Chungking Express* no reside únicamente en el uso formal del "*step printing*", sino en cómo este procedimiento visual actualiza el espíritu del "*jump cut*" en un nuevo contexto cultural y emocional. En lugar de interpelar ideológicamente al espectador, como en el cine de Godard, Wong emplea la fragmentación para representar estados afectivos complejos como la ansiedad, la soledad o la espera. Cada corte o distorsión temporal en *Chungking Express* no interrumpe el relato para denunciar su artificio, sino que expresa directamente el mundo emocional de los personajes. Así, el montaje deja de ser un instrumento narrativo o retórico, y pasa a funcionar como traducción sensorial de una experiencia interior fragmentada. Esta reformulación del legado del "*jump cut*" convierte a Wong Kar-wai en un heredero técnico y expresivo de la *Nouvelle Vague*, pero con un enfoque íntimo y subjetivo que desplaza el énfasis desde la crítica ideológica hacia la representación de la percepción urbana contemporánea.

El ejemplo de los fotogramas se muestra en la siguiente figura (donde cada celda de la tabla representa un fotograma de la cinta de película):

Rodar una secuencia a una velocidad de 8 fotogramas por segundo (8 fps):

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

Repetir cada fotograma tres veces y combinarlos, para formar finalmente una secuencia de 24 fotogramas:

1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Las imágenes generadas mediante la técnica del "*step printing*" suelen presentar una sensación onírica y fragmentada, como si el tiempo mismo se desgarrara en capas superpuestas de realidad y memoria. Esta técnica, que manipula la velocidad de fotogramas y repite selectivamente tramos de la acción, no solo altera la

percepción visual, sino que encapsula una filosofía profunda sobre la naturaleza elusiva del tiempo. Por ello, el *"step printing"* suele interpretarse como una manipulación temporal donde los tirones visuales y las estelas de movimiento simbolizan la fragmentación de la memoria y el desapego emocional. Precisamente por esta sintonía conceptual con el núcleo estético de Jean-Luc Godard —cuya revolución con el *"jump cut"* desafiaba la ilusión de continuidad—, el *"step printing"* es considerado su heredero espiritual.

La conexión entre ambas técnicas trasciende lo técnico para adentrarse en lo ontológico. Godard, en plena efervescencia de la Nouvelle Vague, utilizó el *"jump cut"* como un acto de rebelión contra el montaje invisible hollywoodiense, que buscaba ocultar las costuras del cine bajo una ilusión de fluidez temporal. En *À bout de souffle* (1960), los cortes abruptos entre planos no solo rompían la continuidad espacial, sino que exponían el tiempo fílmico como una construcción artificial. Para Godard, esta técnica era un manifiesto político: al eliminar fragmentos de la narrativa, obligaba al espectador a confrontar la naturaleza manipulada del medio. El *"jump cut"*, así, se convertía en un instrumento para deconstruir no solo el relato, sino la propia idea de tiempo como entidad lineal y controlable.

Tres décadas después, en el Hong Kong de los años 90 —una ciudad suspendida entre el colonialismo británico y la incertidumbre de su reintegración a China—, Wong Kar-wai adoptó el *"step printing"* para explorar una temporalidad marcada por la nostalgia y la pérdida. A diferencia de Godard, cuya fragmentación era un acto de confrontación, Wong utiliza esta técnica como un lamento lírico. En *Chungking Express* (1994), las secuencias aceleradas de personajes corriendo bajo la noche, con estelas de movimiento que difuminan sus contornos, no solo capturan la fugacidad de los encuentros urbanos, sino la imposibilidad de retener instantes significativos.

El *"step printing"* aquí funciona como una metáfora de la memoria: los fotogramas repetidos y las velocidades variables imitan cómo el cerebro humano recuerda: en fragmentos desordenados, con ciertos momentos congelados y otros acelerados hasta la abstracción.

La recepción crítica de ambas técnicas revela cómo el contexto cultural redefine su significado. Cuando Godard estrenó *À bout de souffle*, la industria tachó los *"jump cuts"* de "errores amateur" (Raskin, R. (1998)), incapaz de reconocer su

carga ideológica. Para Wong, en cambio, el *"step printing"* fue recibido como una innovación poética, incluso romántica, en sintonía con la estética urbana de los 90. Esta divergencia refleja un cambio de paradigma: si en los 60 la fragmentación era un acto de resistencia, en los 90 se convierte en un lenguaje para expresar la melancolía posmoderna.

En última instancia, tanto el *"jump cut"* como el *"step printing"* son herramientas para cuestionar la autoridad del tiempo narrativo. Godard lo hace desde la ira y la deconstrucción; Wong, desde la nostalgia y la contemplación. Pero ambos coinciden en un principio fundamental: el cine no debe imitar la realidad, sino exponer sus fracturas. Al manipular el tiempo, no solo crean nuevas formas estéticas, sino que nos recuerdan que la percepción humana es, en sí misma, un acto de montaje fragmentado.

A nivel técnico, aunque el *"jump cut"* y el *"step printing"* se enfocan en dos etapas distintas del proceso cinematográfico y están sujetos a diferentes estratos tecnológicos (el *"jump cut"* pertenece a la fase de edición, limitado por el estrato mecánico, mientras que el *"step printing"* se centra en la fase de rodaje, restringido por el estrato químico), es precisamente debido a su coherencia en el núcleo conceptual y los contextos de aplicación (es decir, la consistencia estilística autoral) que ambos estratos generan una sinergia intercapas, dando lugar a nuevas técnicas interpretativas. Por ejemplo, en la era de la edición digital, softwares como Premiere permiten eliminar fotogramas específicos dentro de una escena, añadir ralentización y desenfoque de movimiento, logrando efectos equivalentes al *"step printing"*. Este avance ofrece a los directores mayor flexibilidad conceptual tanto en el rodaje como en la edición.

En resumen, podemos observar claramente el papel fundamental que los experimentos con la tasa de cuadros han desempeñado en la ruptura de barreras técnicas. Este impacto no solo se ha reflejado en la proliferación de obras cinematográficas innovadoras, sino también en la creciente aceptación por parte del público hacia las nuevas tecnologías: desde la era de Godard, donde el *"jump cut"* era percibido como una "provocación", hasta la época de Wong Kar-wai, donde la técnica de *"step printing"* fue acogida como un "recurso de expresión artística". Este recorrido histórico demuestra cómo el lenguaje cinematográfico ha trascendido las limitaciones técnicas iniciales para convertirse en un vehículo de expresión emocional

y subjetividad. La evolución en la recepción crítica y audiencia refleja un profundo cambio paradigmático: lo que antes se consideraba transgresor hoy se integra orgánicamente al vocabulario visual contemporáneo. Así, la experimentación de la FPS no solo ha expandido las posibilidades formales del cine, sino que ha reconfigurado radicalmente nuestra manera de percibir y experimentar el tiempo filmico.

3. Estética digital y percepción algorítmica: Montaje bajo plataformas

3.1 Estrato algorítmico en la industria cinematográfica : Nueva prueba

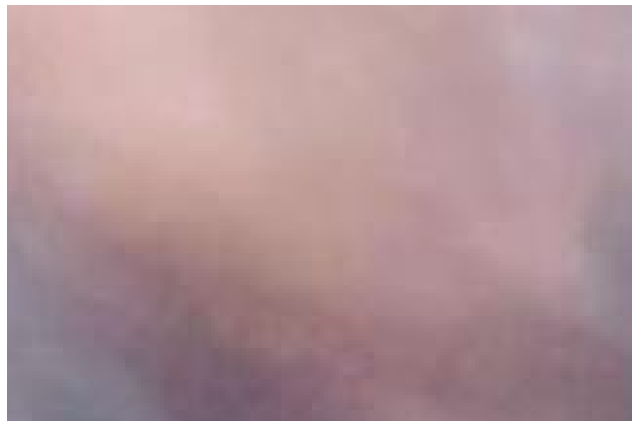
Los algoritmos de compresión de video, aunque desarrollados inicialmente para la industria cinematográfica, han encontrado su verdadero campo de batalla en las plataformas de video en línea, donde la eficiencia técnica se mide en megabits ahorrados y segundos de buffering reducidos. Actualmente, estándares como H.264 (AVC), H.265 (HEVC) y AV1 dominan este ecosistema, no como meras herramientas de codificación, sino como arquitectos invisibles que redefinen lo que entendemos por "calidad visual" en la era del streaming. Su función primordial —comprimir el tamaño de los archivos mediante la redistribución inteligente de detalles— opera bajo un principio darwiniano: priorizar la información visual "esencial" y descartar lo "prescindible", pero esta selección no es neutral. Tomando como ejemplo la siguiente figura:



Figura1: Zonas de aumento y reducción de detalles en una misma escena bajo un algoritmo de compresión de video



(a) Áreas de aumento



(b) Áreas de reducción

Cada algoritmo implementa una estrategia de asignación de bits (*bitrate allocation*) basada en complejos modelos psico-visuales. Por ejemplo, en una escena de Star Wars con una batalla espacial, H.264 analiza macrobloques de 16x16 píxeles, identificando áreas de alta complejidad (explosiones, naves en movimiento) para asignarles más bits, mientras reduce el detalle en regiones estáticas como el fondo estrellado. AV1, en cambio, utiliza unidades de codificación flexibles (desde 4x4 hasta 64x64 píxeles) y algoritmos de predicción temporal más avanzados, permitiendo preservar texturas finas incluso en fondos aparentemente homogéneos. El resultado es que, bajo un mismo ancho de banda, AV1 puede reducir el tamaño del archivo un 30% frente a H.264 sin pérdida perceptible de calidad, pero a costa de un mayor consumo computacional (Developer NVidia, 2023).

En la industria cinematográfica, el uso de tecnología de velocidad de fotogramas variable (VFR, por sus siglas en inglés) se emplea principalmente como un recurso estético dentro del flujo de producción y posproducción. Un ejemplo destacado es Avatar: The way of the water (2022), donde el director James Cameron

utilizó 48 fotogramas por segundo (fps) en escenas de alta dinámica —como secuencias submarinas o de movimiento rápido— para aumentar la fluidez visual y mejorar la nitidez del detalle, mientras que en los momentos de diálogo o escenas estáticas mantuvo el estándar tradicional de 24 fps (Bennett, 2022). Esta elección no responde a criterios técnicos de compresión o transmisión, sino a una lógica narrativa: el cambio en la velocidad de fotogramas se convierte en una herramienta expresiva para guiar la atención del espectador y adaptar el tono visual según el contenido emocional de cada escena.

Este enfoque contrasta con el uso de VFR en plataformas digitales, como TikTok o YouTube, donde la variación de la tasa de fotogramas se orienta a la eficiencia de codificación. En esos contextos, los algoritmos de compresión adaptativa reducen la frecuencia de fotogramas en regiones estáticas o de baja complejidad para minimizar el consumo de ancho de banda, incrementándose sólo cuando se detecta movimiento rápido o cambios abruptos en la imagen. Aunque el objetivo operativo difiere —estético en el cine, técnico en lo digital—, ambos comparten un principio fundamental: ajustar dinámicamente la cantidad de información visual en función del impacto perceptivo y fisiológico en el espectador.

Este principio ha sido respaldado por estudios en psicología cognitiva y percepción audiovisual. Por ejemplo, Pazhoohi y Kingstone (2022), en su investigación *The Effect of Movie "frame rate" on Viewer Preference: An Eye Tracking Study*, demostraron que los contenidos presentados a altas tasas de fotogramas (como 48 fps o 60 fps) tienden a generar más fijaciones visuales automáticas, es decir, captan la atención con mayor eficacia. Sin embargo, también observaron que los participantes manifestaron una preferencia subjetiva por contenidos en 24 fps, asociados culturalmente con la estética cinematográfica convencional. Esta doble conclusión sugiere que las altas tasas de fotogramas son especialmente eficaces en escenas que requieren una carga visual intensa —como secuencias de acción o detalles rápidos en plataformas de video—, mientras que las tasas más bajas siguen siendo preferidas para momentos líricos, introspectivos o emocionalmente cargados, donde una representación menos precisa pero más evocadora favorece la inmersión afectiva.

Por tanto, la implementación del VFR en el cine —como demuestra *Avatar: The way of the water*— no solo responde a un criterio de eficiencia visual,

sino que articula una estrategia perceptiva que combina atención y emoción. Al modular la frecuencia de fotogramas según la intención expresiva, el cine refuerza su capacidad de generar experiencias sensoriales diferenciadas y adaptadas a la lógica narrativa de cada momento.(Bennett, T ,2022)

Además, la compatibilidad entre la tecnología 3D y las altas tasas de fotogramas es un punto crucial. En el experimento de Farid Pazhoohi y Alan Kingstone, realizado con una muestra de 30 estudiantes universitarios, se concluyó que las altas tasas de fotogramas son preferidas en pantallas 3D, mientras que en pantallas 2D ocurre lo contrario, lo que demuestra que la tecnología de visualización influye significativamente en la preferencia por la velocidad de fotogramas. Esta conclusión también se refleja en los videojuegos: al analizar comentarios en Steam, la principal plataforma de juegos, se observa una sorprendente unanimidad entre jugadores de títulos 3D al exigir altas tasas de fotogramas.

Esto plantea una nueva pregunta implícita: cuando la tasa de fotogramas de una película disminuye abruptamente, ¿podría el público experimentar incomodidad similar a la de un jugador ante caídas de fotogramas? Bajo el uso de tasas de fotogramas variables (VFR), ¿qué métodos deberían emplear los directores para mitigar o disimular esta molestia?

En este contexto, una posible vía para responder a la incomodidad perceptiva generada por el descenso abrupto de la tasa de fotogramas es entender el montaje como mediador rítmico entre unidades de atención visual. Tal como los editores articulan cortes, fundidos o ralentizaciones para suavizar el paso entre escenas de intensidad contrastante, el uso narrativo del VFR puede integrarse mediante estructuras de montaje que preparen al espectador para la fluctuación. Por ejemplo, una disminución repentina de fps tras una secuencia de clímax puede funcionar como un "respiro" sensorial, siempre que esté antecedida por señales audiovisuales que anticipen ese cambio. En tales casos, la caída de fotogramas deja de percibirse como una deficiencia técnica y se convierte en una inflexión expresiva del ritmo.

Asimismo, el diseño sonoro emerge como un recurso esencial para sostener la inmersión ante cambios en la velocidad de fotogramas. Cuando la fluidez visual se reduce, un entorno sonoro continuo o ambiental puede estabilizar la percepción multisensorial y mantener la tensión narrativa. Obras de David Fincher (Zodiac, Mindhunter) y Alfonso Cuarón (Children of Men, Roma) han demostrado que el

audio puede sostener la emoción incluso en planos prolongados o de baja dinámica visual. Esto abre la posibilidad de sincronizar las estrategias acústicas con la modulación del VFR, configurando un montaje perceptivo donde imagen y sonido colaboran activamente para guiar la atención del espectador.

Desde una perspectiva tecnológica, los algoritmos de compresión cognitiva en tiempo real —como los integrados en motores gráficos o transmisiones en streaming— ofrecen una oportunidad aún inexplorada en el cine narrativo. Estos sistemas predicen el foco atencional del espectador mediante el análisis de vectores de movimiento, color y composición, permitiendo aplicar reducciones localizadas del *"frame rate"* en zonas periféricas o de baja relevancia semántica. Aunque concebidos con fines de eficiencia computacional, estos mecanismos podrían reorientarse como herramientas expresivas en un cine que dialogue con la lógica algorítmica sin sacrificar su dimensión estética.

Esta posibilidad resuena directamente con el enfoque metodológico adoptado en este estudio, donde el VFR se analiza como un fenómeno inscrito en el estrato algorítmico de la materialidad mediática, tal como lo plantea Kittler. En lugar de limitarse a una función técnica, el VFR es tratado aquí como una variable plástica del montaje, comparable a las pausas o modulaciones de tempo en la música. La aplicación consciente de estas variaciones —mediante estrategias narrativas, sonoras o algorítmicas— no solo mitiga el efecto disruptivo de los cambios de fps, sino que amplía el repertorio expresivo del cine digital.

Finalmente, la integración de herramientas como la estadística de cuantiles de Redfern (2022) permite cuantificar estas transiciones perceptivas, y evaluar cómo los descensos controlados del *"frame rate"* pueden reforzar la estructura rítmica del film sin afectar la atención del espectador.

En consecuencia, este análisis revela una dicotomía crucial: el VFR puede funcionar tanto como una herramienta de autoría poderosa como una variable subordinada a la eficiencia algorítmica. El caso de Avatar demuestra que cuando la variación del *"frame rate"* está supeditada a la intención narrativa, puede moldear efectivamente la percepción y la experiencia emocional del espectador, afirmando así su estatus como elemento crucial del lenguaje cinematográfico. Por el contrario, la lógica de compresión de las plataformas de streaming representa un camino alternativo donde la decisión sobre el *"frame rate"* se desplaza del creador a sistemas

automatizados, arriesgando la dilución de la integridad artística. Este contraste subraya la imperiosa necesidad de que los cineastas se apropien conscientemente de esta variable, integrándola en una estrategia artística general que incluya montaje y diseño sonoro, para así defender su autonomía expresiva en la era algorítmica. No se trata solo de una innovación técnica, sino de reafirmar la soberanía autoral dentro de los marcos tecnológicos, expandiendo rather que empobreciendo la expresividad filmica.

3.2 Algoritmos bajo el capital: La capa invisible de las plataformas de video en línea

Como mencioné en el capítulo anterior, en la actualidad, los algoritmos de IA se utilizan principalmente en plataformas de video en línea para comprimir el tamaño de los archivos de video durante la transmisión de datos. Por ello, los programadores suelen priorizar la tasa de bits (bitrate) sobre la tasa de fotogramas (fps). En el ámbito técnico, este paso es indiscutiblemente esencial para la distribución de contenido audiovisual en redes. Tomemos como ejemplo un video de 1 minuto en resolución 4K: su tamaño original alcanza los asombrosos 44 GB, pero mediante el algoritmo H.264, es posible comprimirlo hasta aproximadamente 400 MB. Esto permite a las plataformas reducir drásticamente la carga en sus servidores, tanto en almacenamiento como en transmisión.

No obstante, es crucial señalar que el núcleo de servicio de estos algoritmos reside en las plataformas, no en los espectadores. Por ello, los algoritmos se esfuerzan al máximo por reducir la tasa de bits, ya que esta está directamente relacionada con el tamaño del video: un volumen menor permite a las plataformas ahorrar costos de almacenamiento y transmisión. De hecho, este rubro representa el gasto más significativo para casi todas las plataformas de video (véase el informe financiero de YouTube de 2024). Sin embargo, esta reducción indiscriminada de la tasa de bits ha generado efectos perjudiciales que impactan a creadores y audiencias por igual: la tasa de bits determina la cantidad de datos utilizados para describir el video. Una tasa generosa preserva al máximo los detalles visuales, mientras que una tasa insuficiente, incluso con códecs avanzados, provoca inevitablemente la degradación de la imagen y la aparición de artefactos visuales (compression artifacts).

Tomando como ejemplo la siguiente figura, subí un fragmento de la fuente en 1080p de la película *Solaris* a YouTube y utilicé 1080p para verlo en la plataforma. Se puede observar claramente que, tras la compresión algorítmica, el mismo fotograma ha sufrido una pérdida significativa en los detalles de iluminación y color de la imagen.

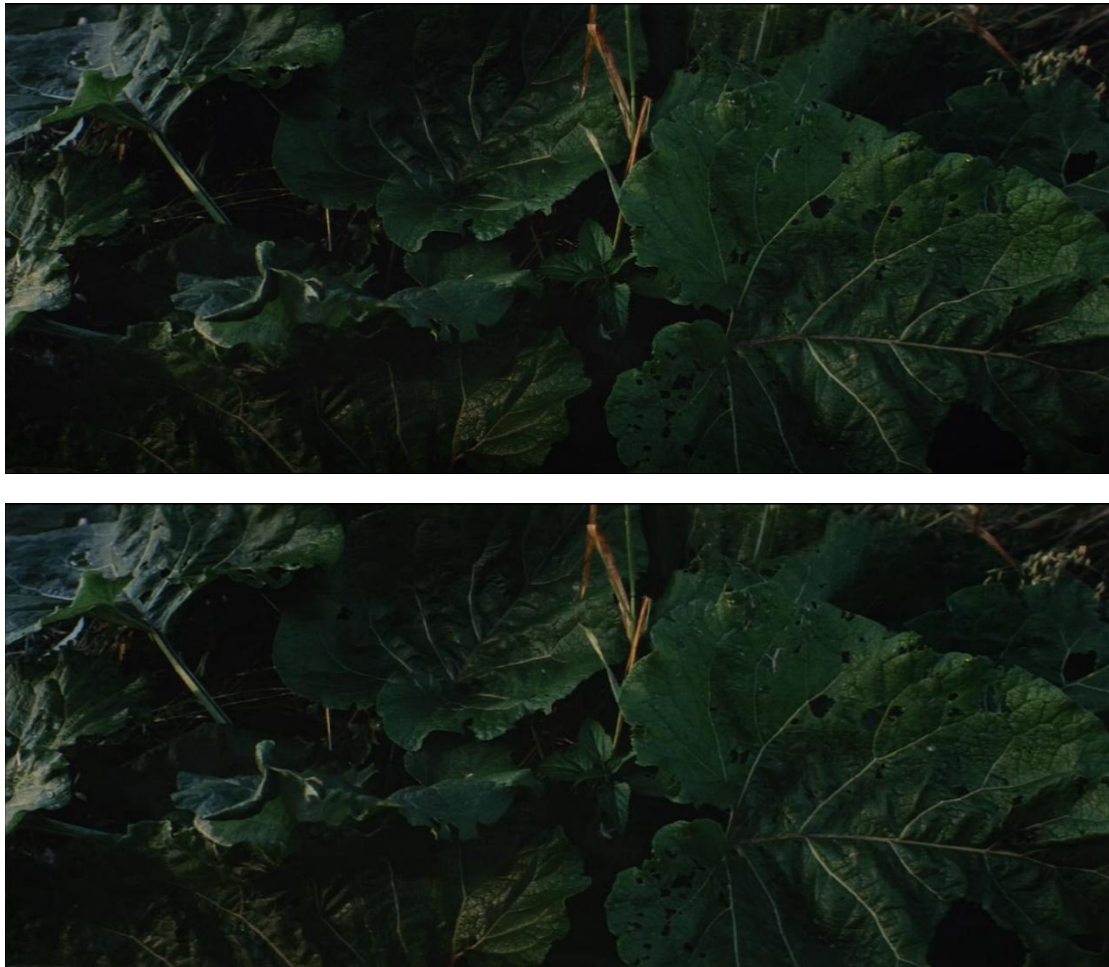


Figura 2: La imagen superior muestra el video original antes de ser subido, y la imagen inferior muestra el efecto de reproducción en YouTube.

Este fenómeno evoca de manera natural lo mencionado en el apartado 1.2 sobre cómo las diferentes salas de cine influyen en las elecciones de visionado y la estética de los espectadores. De hecho, este impacto está ocurriendo de forma tangible, y en el contexto actual de plataformas digitalizadas, bajo el marketing capitalista, dicha influencia suele volverse más engañosa.

Lo crucial aquí es reconocer que ambos escenarios —tanto las salas de cine de lujo como las plataformas de streaming— comparten un mismo núcleo problemático:

la mercantilización de la experiencia cultural. En el primer caso, se crea una ilusión de exclusividad mediante tecnologías costosas, vendiendo no solo un producto sino un estatus simbólico (ver la película como debe ser). En el segundo, se sacrifica la calidad en nombre de la accesibilidad, transformando el contenido en un commodity estandarizado. Ambos modelos, sin embargo, operan bajo la misma lógica capitalista donde la optimización financiera dicta las reglas del juego. Las plataformas minimizan costos de transmisión para maximizar ganancias, mientras que las cadenas de cine inflan los precios de las entradas asociándolas a un aura tecnológica supuestamente superior. El espectador, atrapado entre estas dos fuerzas, internaliza progresivamente que la "calidad" debe pagarse como un lujo o aceptarse como un compromiso inevitable.

Esta dinámica adquiere un matiz especialmente preocupante cuando analizamos su impacto en la percepción estética colectiva. En las salas premium, la hiperfluidez de 120 fps o el brillo extremo de las pantallas LED no solo modifican la apariencia técnica de una película, sino que reducen los sentidos del público. Al exponerse repetidamente a estos estándares, muchos espectadores comienzan a asociar inconscientemente la alta tecnología con la "mejor" experiencia cinematográfica, incluso si eso contradice la intención artística original. Por ejemplo, las películas filmadas en 24 fps —el estándar clásico— pueden percibirse como "anticuadas" o "defectuosas" cuando se proyectan en salas que promueven tasas de fotogramas elevadas. (Que he mencionado en 1.2) De manera similar, en las plataformas digitales, la normalización de la compresión agresiva condiciona a los usuarios a tolerar imágenes borrosas, artefactos de pixelación o colores apagados. Con el tiempo, esto erosiona la capacidad crítica para discernir entre lo técnicamente adecuado y lo artísticamente significativo.

Aquí es donde el modelo estratificado de materialidad mediática propuesto por Kittler —y adaptado en esta investigación para analizar la evolución del "*frame rate*"— se vuelve particularmente esclarecedor. El paso del cine analógico al digital no solo representa una transición de soporte (de lo mecánico a lo electrónico), sino una mutación profunda en el control de la imagen, que en la era algorítmica se define ya no por propiedades físicas o químicas, sino por sistemas automatizados de decisión. En este sentido, el algoritmo no es un mero intermediario técnico: actúa como un agente estético invisible que decide qué se conserva y qué se sacrifica de una

imagen en nombre de la eficiencia. A diferencia del grano de celuloide o las imperfecciones del revelado químico —que, como señalan Zeppelzauer et al (2011), podían adquirir valor expresivo—, las huellas del algoritmo tienden a uniformar, borrar, comprimir.

Desde esta perspectiva, el uso de códecs como H.264 o AV1 puede entenderse como una "capa algorítmica" que actúa sobre las capas previas (captura mecánica, tratamiento electrónico), redefiniendo el ritmo y la textura de la imagen sin intervención del autor. Esta lógica de automatización silenciosa —propia de lo que Lev Manovich describió como "automatización cultural"— convierte el "*frame rate*" en una variable subordinada a la tasa de bits, es decir, en un residuo maleable que puede ajustarse según los intereses de la infraestructura técnica.

Frente a ello, este estudio propone reconceptualizar el "*frame rate*" como una variable estética autónoma y no subordinada, tal como se argumentará mediante los análisis cuantitativos, en los que se demostrará que la variabilidad rítmica afecta directamente la atención del espectador. Solo al recuperar el control sobre estas variables —reinsertándolas en una lógica narrativa y expresiva— será posible resistir la homogeneización algorítmica y restaurar el potencial poético del montaje digital.

3.3 Algoritmos de IA: La crisis ontológica de la nueva era

Bajo la influencia de los algoritmos, lo que sufre impactos no son solo los espectadores actuales. Cuando los espectadores se dan cuenta de que los algoritmos guían su mirada, los directores o creadores que publican sus obras en plataformas digitales también perciben claramente: sus obras, como fósiles, han sufrido erosión tras el lavado de la ola digital. Los títulos creados con palabras han perdido su singularidad en las plataformas digitales, reemplazados por datos más complejos y la codificación que actúa sobre ellos. Tomando como ejemplo *Solaris*, la imagen superior muestra la versión 1080p que subí a YouTube, y la imagen inferior muestra la versión 1080p que aparece al buscar en YouTube.



Figura3: la imagen superior muestra la versión 1080p que subí a YouTube, y la imagen inferior muestra la versión 1080p que aparece al buscar en YouTube.

A diferencia de la pérdida de detalles sutiles causada por la compresión de datos tras una subida en tiempo real, en esta comparación podemos observar claramente diferencias en la iluminación, las sombras e incluso en los colores de la imagen. Estas discrepancias permiten que todos perciban tangiblemente cómo la estética original, las ideas y el procesamiento técnico del creador han sido distorsionados. Esta distorsión genera dudas inevitables: ¿realmente es el mismo video el que vemos en diferentes momentos, plataformas o dispositivos? Por otro lado, como mencionó André Bazin en su ontología de la imagen fotográfica, la originalidad de la fotografía difiere de la de la pintura debido a la objetividad inherente de la fotografía. Entre el objeto originador (originating object) y su reproducción, por primera vez solo media un instrumento mecánico inanimado. Una imagen del mundo se forma automáticamente sin intervención creativa humana, algo nunca antes visto. En la era digital, la mayoría de las obras artísticas digitales solo circulan y se exhiben entre plataformas, y este flujo y difusión erosionan sin duda la

objetividad intrínseca de las obras. Esto plantea una preocupación inevitable: ¿acaso el valor discursivo de la ontología de la imagen desaparecerá debido al desarrollo de las plataformas digitales?

De manera similar, esta problemática se extiende a otras formas de arte virtual, como la pintura digital y la escultura digital. Por ejemplo, aunque las plataformas de arte en formato NFT promueven la supuesta "inalterabilidad" de las obras, su funcionamiento técnico depende de estándares como el formato GLB, que exige comprimir modelos tridimensionales mediante técnicas como la codificación Draco. Este proceso obliga a simplificar mallas geométricas complejas, reduciendo superficies escultóricas meticulosamente elaboradas por los artistas a versiones esquemáticas, muchas veces limitadas a 256 triángulos. Así, la narrativa espacial de la obra queda cuantificada en datos topológicos discretos, transformando la expresividad plástica en una estructura matemáticamente calculable. Esta transformación responde a lo que Walter Benjamin ya anticipaba en su ensayo sobre la pérdida del "aura" en las obras reproducidas técnicamente: al disociarse de su unicidad material, la obra pierde su enraizamiento en un "aquí y ahora" que garantizaba su autenticidad (Benjamin, 1936/2003).

Este fenómeno se vuelve aún más radical en la creación generativa con inteligencia artificial. Las imágenes producidas por modelos como Stable Diffusion no poseen un "original" en el sentido clásico del término, ya que son el resultado de distribuciones probabilísticas en espacios latentes, generadas mediante un proceso de difusión inversa que parte del ruido y se aproxima a una configuración visual plausible. En este contexto, el concepto de obra como objeto definido se diluye: lo que existe es un evento algorítmico efímero, cuyo contenido desaparece en el instante mismo de su aparición. Como señaló Jean Baudrillard, vivimos en una era donde los signos no remiten a una realidad material, sino a otras representaciones, generando una lógica de simulacro en la que la obra no representa, sino que circula como pura superficie de valor (Baudrillard, 1981/1994).

En este contexto, considerar una película como *Solaris* de Tarkovski como un "cuerpo digital" exige aceptar que cada migración entre plataformas implica una transformación material y perceptiva. Estas transiciones podrían entenderse como episodios de reconfiguración ontológica, similares a la paradoja del barco de Teseo: si cada fragmento del original ha sido reemplazado —resolución, color, ritmo de

reproducción—, ¿seguimos experimentando la misma obra? ¿Dónde reside entonces su identidad: en la intención del autor, en la recepción del espectador, o en la configuración técnica que media entre ambos?

Para abordar esta cuestión, resulta pertinente una relectura contemporánea de la teoría realista de André Bazin, complementada por la noción de "retención terciaria" propuesta por Bernard Stiegler (Stiegler, B, 2010). Desde esta perspectiva, las imágenes digitales no son simples duplicados degradados, sino formas de memoria externalizada que operan en arquitecturas técnicas específicas, y cuya condición ontológica depende tanto del soporte como del marco de recepción. Así, la versión de *Solaris* alojada en YouTube no debe ser evaluada exclusivamente como una réplica imperfecta, sino como una forma derivada de existencia audiovisual condicionada por protocolos algorítmicos, hábitos de consumo y capacidades de red.

Lejos de concluir con una visión puramente pesimista, este panorama plantea una pregunta crucial para el pensamiento cinematográfico contemporáneo: si las imágenes se desmaterializan, si se adaptan a cada entorno técnico que las aloja, ¿es posible concebir un nuevo realismo que no se base en la estabilidad del soporte, sino en la trazabilidad de las transformaciones que la imagen ha sufrido en su tránsito digital? Más que lamentar la pérdida de una "versión original", quizás el desafío sea pensar la autenticidad no como permanencia, sino como una lógica relacional entre autoría, tecnología y experiencia.

Por lo tanto, la lógica de compresión y distribución de las plataformas algorítmicas desencadena no solo una pérdida de calidad, sino una crisis ontológica profunda. Socava la base de "objetividad" de la imagen fotográfica argumentada por Bazin, desviando la obra de su forma original en las migraciones digitales y difuminando el concepto de "original". Este fenómeno desafía esencialmente la autoría del director: si incluso la determinación final del color y la luz se cede a procesos algorítmicos opacos, cualquier manipulación artística de parámetros como el "*frame rate*" perderá su destino seguro. En consecuencia, este estudio revela que el desafío para los cineastas contemporáneos no es solo romper con la convención histórica de los 24 fps, sino luchar por la integridad ontológica de su obra y su intención artística en la era algorítmica. El núcleo de esta lucha radica en reclamar el control sobre toda la cadena técnica, desde la creación hasta la presentación, para garantizar que la visión artística no se disipe en la marea de la circulación digital.

Reconceptualizar el *"frame rate"* como una variable estética crucial es un paso fundamental en esta batalla por la soberanía autoral y la supervivencia de la obra.

4. Montaje animado y plasticidad de la frecuencia visual

4.1 Animación, otra interpretación de la estética cinematográfica

La característica central que distingue al cine de animación del live-action reside en su lenguaje visual completamente construido de forma artificial. Esta artificialidad radical —lejos de ser una limitación— otorga al medio una capacidad única para redefinir las reglas de la temporalidad cinematográfica. Esto convierte a la animación en un campo ideal de experimentación con la tasa de fotogramas (*"frame rate"*): los animadores, libres de las ataduras de la coherencia física de la realidad, pueden controlar con precisión el flujo temporal mediante el dibujo fotograma a fotograma o mediante síntesis digital.

Esta especificidad es especialmente evidente en la animación 2D, cuyos parámetros técnicos básicos coinciden con los del video live-action (24 fotogramas por segundo). Sin embargo, por razones presupuestarias, surgieron técnicas como "uno en dos" ("2s"), "uno en tres" ("3s") o "uno en cuatro" ("4s"), que consisten en mantener un mismo dibujo durante dos, tres o cuatro fotogramas consecutivos. Así, se requieren solo 12, 8 o 6 dibujos clave (keyframes) por segundo. Según los estándares actuales de la industria japonesa —la más influyente en animación 2D—, muchas producciones combinan estas técnicas: se emplean más dibujos en escenas de acción para lograr fluidez, y menos en escenas estáticas para reducir costos o modular las emociones del espectador. En cierto sentido, esto guarda similitudes con las tecnologías de *"frame rate"* dinámico utilizadas en el cine live-action. Podría decirse, incluso, que la animación ha logrado un dominio más eficiente del equilibrio entre presupuesto y estética.

Esta libertad creativa se origina en la naturaleza misma del medio. A diferencia de la fotografía, que captura lo real, la animación puede entenderse como una extensión de la pintura. La ontología de la imagen fotográfica desarrollada por André Bazin destaca cómo, tras el cubismo de Picasso, la pintura inicia una búsqueda hacia lo imaginario. La animación contemporánea, heredera de esta tendencia, se emancipa de la exigencia de objetividad. Así lo reflejan sus temáticas recurrentes:

desde mundos fantásticos hasta versiones estilizadas de la vida cotidiana (como ya se veía en *Steamboat Willie*, 1928).

Este alejamiento de la realidad implica que el público no espera verosimilitud. Mientras que en el cine de acción real los 24 fps crean un "cuarto muro técnico" que separa la proyección del mundo real, en la animación esta convención se radicaliza. Un ejemplo destacado es *Neon Genesis Evangelion* (1995), donde Hideaki Anno —ante limitaciones presupuestarias— utilizó planos estáticos extensos (como el plano de 64 segundos de Shinji Ikari en el episodio 24) y redujo la tasa de fotogramas para intensificar el malestar psicológico. Esta estrategia estética, que transforma limitaciones técnicas en herramientas expresivas, se ha consolidado como una de las más influyentes en la historia del anime.

La aceptación de estas rupturas técnicas por parte del público no es fortuita, sino síntoma de la relación simbiótica entre animación y espectador. Aunque inicialmente generan perplejidad —incluso sospechas de fallos técnicos—, muchos espectadores terminan valorándolas. En plataformas como Yahoo o IMDb aún abundan debates sobre ese episodio de *Evangelion* (Screen Rant, 2025, marzo 4). La mayoría interpreta el plano estático como una decisión estética legítima, lo que indica que incluso los recursos más extremos pueden validarse si conservan coherencia emocional y simbólica con la narrativa. Este fenómeno contrasta con el rechazo que suelen sufrir recursos similares en el cine live-action, como los *"jump cuts"*, frecuentemente tildados de "bruscos" o "defectuosos". Esta diferencia refleja una mayor tolerancia del público de animación hacia el uso experimental de las tasas de fotogramas.



Figura 3: el plano estático de 64 segundos de Shinji Ikari en el episodio 24,
El último enviado.

Sin embargo, utilizar menos fotogramas por segundo no define la esencia de la animación. Muchos espectadores creen, erróneamente, que una animación no puede tener más de 24 dibujos por segundo, cuando en realidad los estudios pueden crear 30, 40 o incluso más de 100 dibujos clave para cada segundo. Esto se debe a una diferencia técnica clave respecto al cine live-action: el uso de capas (layering).

La técnica de capas empleada en la animación —donde personajes, objetos y fondos coexisten en planos independientes y modificables— constituye una materialización avanzada de los principios del montaje cinematográfico. Esta separación permite una manipulación individualizada de cada elemento en términos de movimiento, profundidad y composición, disolviendo así la frontera tradicional entre figura y fondo. En este contexto, la animación no solo libera al realizador de las limitaciones físicas propias del rodaje convencional, sino que actualiza y amplía la teoría de Lev Kuleshov, según la cual el significado de una acción no reside en su ejecución, sino en su articulación mediante el montaje.

Un ejemplo elocuente de esta apropiación creativa se encuentra en la escena inicial de *Paprika* (Satoshi Kon, 2006), donde la protagonista transita fluidamente entre espacios oníricos y reales, integrándose en paisajes urbanos cambiantes como una presencia espectral. Este efecto de permeabilidad entre capas —logrado mediante la composición digital y la interpolación de movimientos— no es un mero alarde técnico, sino una forma de montaje inmanente que construye sentido a través de la superposición espacial y temporal. La imagen de *Paprika* fundiéndose con edificios, atravesando suelos o emergiendo de pantallas, trasciende la lógica narrativa lineal y encarna visualmente el postulado de Kuleshov: "Con el montaje correcto, aun cuando uno dirige el trabajo de un actor sobre algo totalmente diferente, se logra llegar al espectador como lo interpretó el editor. Esto es debido a que el espectador completará la secuencia por sí mismo y verá aquello que es sugerido por el montaje en sí". Lev Kuleshov (Holland, N. N, 1992)

De este modo, la animación lleva la teoría del montaje a un nivel de realización aún más radical que el cine de imagen real. Mientras Kuleshov experimentaba con la juxtaposición de planos, la animación permite la manipulación simbólica y material de cada componente dentro del plano mismo. La escena de *Paprika* ilustra cómo el control sobre las capas —y por extensión, sobre el "*frame rate*" y la temporalidad de cada elemento— se convierte en un instrumento de

montaje continuo, capaz de generar metáforas visuales, alterar percepciones y construir lógicas espaciales no realistas, pero emocionalmente verosímiles. Así, lejos de ser un recurso meramente decorativo, la técnica de capas en animación afirma que el cine puede —y debe— operar más allá de la reproducción de lo visible, utilizando todos los recursos técnicos a su alcance para expandir las posibilidades de la expresión fílmica.



Figura 4: Representación de múltiples capas en la misma escena en Paprika.

En esencia, la animación no es un sustituto técnico del live-action, sino un medio con ontología propia: una encrucijada entre la pintura, el montaje y la arquitectura digital. Su capacidad para convertir la limitación en estilo —desde los 6 dibujos por segundo hasta los más de 100— no solo redefine sus parámetros estéticos, sino que cuestiona profundamente qué entendemos por lo cinematográfico. Mientras el cine realista lucha con su herencia documental, la animación asume lo imaginario como norma. En ella, los defectos se convierten en estilos, las restricciones en expresividad, y cada dibujo es una nueva afirmación ontológica.

Desde Steamboat Willie hasta Paprika, la historia de la animación es la de una exploración activa de la expresividad del "*frame rate*", que ha logrado liberarse de la obsesión por el realismo visual para alcanzar una mayor libertad y precisión expresiva que el cine de imagen real. Esta libertad subraya el carácter contingente y conservador de la adhesión convencional a los 24 fps en el live-action. Con su ontología propia, la animación prueba que la "verdad" cinematográfica puede emanar perfectamente de una lógica interna emocional y simbólica, y no de la reproducción mecánica de la realidad física. Así, para el cine live-action que aspira a liberar el "*frame rate*", la animación no es una referencia distante, sino un blueprint ya probado y exitoso del que se puede aprender directamente. Deja claro que la exploración diversificada del

"frame rate" no es un riesgo, sino un camino necesario para expandir la expresividad artística del cine.

La exploración pionera de la animación en el ámbito del *"frame rate"* trasciende las fronteras de su medio para ofrecer lecciones metodológicas y estructurales de gran valor para el cine de imagen real. Al demostrar de manera consistente que la variación de la frecuencia de imagen puede implementarse de forma sistemática sin comprometer —e incluso potenciando— la coherencia narrativa y emocional de la obra, la animación proporciona un marco de acción sólido y ya validado para los realizadores de live-action. Este marco metodológico incorpora protocolos concretos y transferibles, tales como la asignación diferencial de frecuencias en función del contenido escénico (diálogo, acción, contemplación, etc.), el desarrollo de técnicas fluidas de transición entre distintas tasas de fotogramas, y la integración del diseño sonoro como elemento estabilizador ante fluctuaciones temporales. Más allá de lo técnico, la amplia aceptación por parte del público de estas convenciones en el ámbito animado desmitifica el uso no estándar del *"frame rate"* y allana el camino para su adopción en el cine tradicional, reduciendo sustancialmente la percepción de riesgo asociada a la experimentación en este campo. Así, el aporte más significativo de la animación reside en que transforma la manipulación del *"frame rate"* de una especulación teórica en un repertorio de herramientas prácticas, efectivas y listas para ser empleadas por directores y montajistas que busquen expandir el vocabulario temporal del cine más allá del paradigma de los 24 fotogramas por segundo. Esta transferencia de conocimiento consolida la hipótesis central de que el *"frame rate"* constituye una variable estética autónoma y robusta, al tiempo que refuerza el argumento de que su exploración diversificada es factible, necesaria y potencialmente enriquecedora para la evolución del lenguaje cinematográfico en su conjunto.

4.2. Animación

A diferencia de la animación 2D, que se basa en capas (layering) y dibujos clave manuales, la animación 3D opera en un espacio tridimensional y utiliza el control paramétrico guiado por algoritmos. Su flujo de trabajo —que incluye modelado poligonal, rigging (esqueleto digital) y motores físicos (physics engines)— constituye una simulación digital que recrea comportamientos físicos reales de

manera parcial y ajustable. Así, más que reproducir un realismo absoluto, se construye una "realidad controlada" ajustada mediante variables como coeficientes de fricción o elasticidad.

Un ejemplo ilustrativo es *Soul* (Pixar, 2020): las "almas" fueron diseñadas mediante ecuaciones relacionadas con la hidrodinámica, pero estilizadas mediante interpolaciones paramétricas y shading personalizado para lograr una apariencia etérea y visualmente atractiva (Coleman et al., 2020; Disney News, 2021). En concreto, Pixar desarrolló un sistema volumétrico en Houdini y un shader denominado "*IDriver*" que controla la suavidad, las líneas dinámicas y la respuesta lumínica de las figuras, generando una forma continua pero modulable de cuerpos 3D que se comportan visualmente como elementos líquidos y translúcidos.

Esta metodología contrasta con la animación 2D, en la que el movimiento se produce por la superposición secuencial de imágenes planas. La animación 3D, en cambio, se basa en un espacio matemático fluido donde la manipulación de variables ofrece un control sofisticado del comportamiento visual, generando una mezcla de arte y cálculo científico que permite modelar el movimiento, la forma y la estética con precisión.

Desde una perspectiva técnica, ambas metodologías comparten un principio estructural común: la lógica del fotograma clave. Tanto en 2D como en 3D, los animadores definen momentos esenciales del movimiento y determinan su progresión temporal. En la animación 2D, esto se logra mediante la inserción de fotogramas intermedios (*in-betweens*), mientras que en 3D se recurre al uso de curvas de tiempo (*timing curves*) y algoritmos de interpolación que automatizan la transición entre poses clave. En ambos casos, se trata de intervenir en la construcción temporal de la acción. La diferencia radica en que la animación 2D está sujeta a limitaciones económicas y temporales relacionadas con el trabajo manual —como las convenciones de "1s", "2s" o "3s" propias del anime japonés—, mientras que en 3D la frecuencia de fotogramas puede modificarse de forma dinámica mediante herramientas digitales en la etapa de posproducción.

Este margen de flexibilidad ha permitido que la animación 3D emule con creciente eficacia estilos visuales propios del 2D. Un caso ejemplar es *Spider-Man: Into the Spider-Verse* (2018), donde los realizadores emplean conscientemente una tasa de fotogramas variable —como animar al personaje Miles Morales a 12 fps

mientras otros se mueven a 24 fps— para enfatizar la inexperiencia y subjetividad del protagonista dentro del multiverso narrativo. (Teh, S., Perumal, V., & Hamid, H. A., 2023) Además, a través de la mezcla de animación por pasos (stepped animation) y técnicas visuales que simulan punto y línea del cómic, han logrado integrar lo artístico del dibujo en un entorno tridimensional.

Por otro lado, Arcane (2021) recrea una estética visual pictórica combinando mapeado de normales (normal mapping) y sombreado tipo cel-shading, con fondos hechos a mano y capas 2D superpuestas sobre modelos 3D. Este enfoque, descrito por Fortiche y compartido en sitios como 80.lv, permite reproducir una textura de trazo manual sin sacrificar la posibilidad de movimiento tridimensional (Yelzkizi, 2025).

Desde el punto de vista estético, la "cámara virtual" de la animación 3D introduce una transformación radical en comparación con las limitaciones visuales del 2D. Aunque la animación tradicional puede sugerir perspectivas no euclidianas —como en Paprika (2006), donde el espacio se pliega y distorsiona para evocar lo onírico—, su representación permanece limitada a una lógica pictórica unifocal, basada en escalas cromáticas y superposición de planos. Por el contrario, la cámara virtual permite una verdadera articulación espacial basada en coordenadas reales, combinando decisión estética con cálculos geométricos precisos.

Este dominio preciso sobre la tridimensionalidad y el empleo de cámaras virtuales en animación 3D también ha permeado el cine de acción real en entornos digitales. En esta lógica topológica, los espacios se construyen a partir de datos de profundidad (Z-depth) y algoritmos multifocales, lo que permite entornos narrativos donde lo físico y lo imaginario coexisten sin ruptura perceptiva.

Un ejemplo paradigmático es la secuencia orbital en Gravity (2013), dirigida por Alfonso Cuarón y realizada con soporte técnico de Framestore. En esta escena, la cámara virtual realiza giros de 360 grados alrededor de los personajes, siguiendo trayectorias calculadas mediante simulaciones de microgravedad. Estas tomas no se filmaron con grúas ni rieles, sino que fueron generadas digitalmente, lo que redefinió el lenguaje visual del cine contemporáneo. (Framestore, 2023, octubre 23)

Emmanuel Lubezki, director de fotografía, explicó que utilizaron una cámara virtual que permitía separar a Sandra Bullock del campo estelar circundante, ajustando la Z-depth para reforzar su aislamiento y pequeñez ante el espacio infinito. Para ello, diseñaron rigs robóticos y estructuras tipo "light box" cubiertas de LEDs

que sincronizaban iluminación dinámica con movimientos de cámara, replicando las condiciones de microgravedad (Elwyn, J, 2013, 18 de octubre).

Este proceso demuestra que la cámara virtual utilizada en Gravity —producto de cálculos computacionales tridimensionales— no solo amplía lo que puede filmarse, sino que permite intervenir la lógica perceptiva del espacio de manera directa, conectando el cine live-action con las posibilidades sintácticas propias de la animación 3D.

No obstante, esta capacidad de replicar la realidad con precisión microscópica engendra una paradoja sensorial. El hiperrealismo 3D, al rozar el umbral de lo humano sin capturar su complejidad orgánica, desencadena el fenómeno del "valle inquietante". Este efecto se manifiesta claramente en *The Polar Express* (2004), donde los personajes infantiles —anatómicamente precisos pero desprovistos de las imperfecciones motrices que dotan de vitalidad al movimiento— generaron rechazo en el público. Sus rostros, pese a su perfección técnica, carecían de los microgestos que el cerebro codifica como signos vitales: asimetrías en el parpadeo, tensiones labiales involuntarias o fluctuaciones pupilares imperceptibles.



Figura 5: *The Polar Express* (2004)

Ante este desafío perceptual, la animación 3D recurre a la estilización extrema como estrategia conceptual. Protagonistas como Gru en *Despicable Me* (2010) encarnan este principio mediante diseños que subvierten deliberadamente las proporciones humanas: una nariz aquilina que ocupa el 40% del rostro, extremidades telescópicas (con proporción brazo-torso de 1:1.8) y un cuerpo que evoca geometrías imposibles. Estas distorsiones calculadas funcionan como dispositivos de ruptura estética: al exagerar rasgos hasta lo caricaturesco, se desactivan las expectativas de realismo biológico. El espectador, confrontado con ojos cilíndricos sin párpados y

articulaciones que desafían la física, no busca verosimilitud anatómica, sino que abraza una nueva norma visual.



Figura 6: Despicable Me (2010)

Esta tensión entre realismo y artificio revela un principio esencial mencionado antes: en animación, la credibilidad no depende de la fidelidad mimética al mundo real, sino de la coherencia interna del lenguaje visual. Las técnicas no se subordinan necesariamente a la imitación de la realidad, sino que funcionan como herramientas para construir un sistema expresivo autónomo. En este sentido, tanto la animación 2D como la 3D han desarrollado convenciones visuales específicas que permiten explorar dimensiones narrativas que desbordan los parámetros del naturalismo.

Este fenómeno responde a una transformación más amplia en el lenguaje audiovisual contemporáneo: la progresiva disolución de las fronteras entre estilos, técnicas y espacios perceptivos. La convergencia entre procedimientos manuales y digitales, entre representación plana y volumétrica, redefine el papel del montaje como principio articulador de la forma audiovisual. Ya no se trata únicamente de ensamblar planos en secuencia, sino de modular dinámicamente el flujo de imagen, controlando la frecuencia visual, la intensidad perceptiva y la transición entre códigos gráficos.

Así, la animación se presenta como un laboratorio privilegiado para observar esta evolución del concepto de montaje hacia una frecuencia de imagen dinámica: un tipo de organización temporal y espacial que no se limita a cortar y yuxtaponer imágenes, sino que las esculpe, las transforma y las hace coexistir en una misma lógica rítmica. En lugar de depender exclusivamente del corte visible, el montaje se reconfigura como un continuo visual gestionado mediante interpolación, densidad

gráfica y plasticidad perceptual. Esta transformación no solo afecta a la animación, sino que impregna también el cine digital en general, consolidando un nuevo paradigma en el diseño del tiempo cinematográfico.

5. Montaje inmersivo: percepción y ritmo corporal

5.1 Animación y cine real en convergencia: XR, AR, VR

La expansión de la lógica técnica y expresiva de la animación 3D ha redefinido las convenciones de representación y montaje del cine tradicional, al tiempo que estableció las bases tecno-perceptivas necesarias para su evolución hacia entornos inmersivos y extendidos. La capacidad de la animación 3D para construir espacios desde coordenadas matemáticas, simular comportamientos físicos mediante motores gráficos y modular de manera flexible parámetros como la frecuencia de imagen, convierte a este medio en un puente esencial entre el lenguaje audiovisual clásico y las nuevas formas de percepción computacional.

Es significativo que muchas de las tecnologías centrales en los sistemas de realidad extendida, como el renderizado en tiempo real, las cámaras virtuales o la generación procedural de entornos, tengan su origen en herramientas desarrolladas inicialmente para la animación digital. Estos recursos se han adaptado progresivamente para diseñar experiencias inmersivas en las que la relación entre imagen, cuerpo y espacio trasciende el encuadre fijo y el plano secuencial, para depender de una topología interactiva y dinámica. En este nuevo contexto, decisiones que en el cine tradicional tenían un carácter predominantemente estético, como la variación de la velocidad de animación, adquieren ahora una dimensión funcional y fisiológica: la fluidez visual se convierte en requisito para la comodidad perceptiva, y la tasa de fotogramas se configura como indicador crítico de la habitabilidad del entorno virtual.

Frente a la contemplación pasiva característica del cine convencional, las experiencias inmersivas transforman la imagen en un fenómeno contingente y adaptativo, que responde en tiempo real al movimiento ocular, corporal y a estados emocionales del usuario. Esta cualidad responsiva implica que el ritmo visual ya no se determina exclusivamente en la fase de posproducción, sino que emerge de una negociación constante entre algoritmos, sensores corporales y percepción humana. El

montaje, en consecuencia, abandona su estatuto de técnica de ensamblaje previo para transformarse en una modulación continua en tiempo real.

Desde esta perspectiva, la animación 3D no solo anticipa los desarrollos del cine XR, sino que constituye su sustrato operativo y estético fundamental. El control sobre la frecuencia de imagen, mediante su aceleración, desaceleración o sincronización multisensorial, se sitúa en el núcleo de la experiencia audiovisual inmersiva. Esta transformación representa un cambio de paradigma en la organización temporal de lo visible, que desplaza el centro de gravedad desde la secuencia preconcebida hacia la regulación dinámica del flujo visual.

Esta transición desde la animación 3D hacia los entornos inmersivos valida empíricamente la hipótesis central de esta investigación: el *"frame rate"* se confirma como una variable estética autónoma y decisiva, capaz de condicionar tanto la percepción como la capacidad narrativa del medio. Lejos de ser un subproducto técnico, se revela como un instrumento esencial para la construcción de experiencias visuales complejas, donde lo perceptivo y lo tecnológico se integran en una misma cadena de significación. La animación 3D y su prolongación en el XR no representan una ruptura con el cine, sino la realización de su potencial como arte temporal y espacial, reafirmando la necesidad de superar estándares rígidos y adoptar enfoques flexibles y creativos en el uso del *"frame rate"*.

5.2 La frecuencia de imagen en XR/VR/AR: límites de la percepción y la ergonomía inmersiva

En este sentido, la animación deja de ser solo una técnica de representación y se convierte en un espacio donde se experimenta con la percepción del tiempo, la forma y la credibilidad. Esta transformación se vuelve especialmente evidente en los entornos inmersivos de realidad extendida (XR), donde factores como la tasa de fotogramas no solo afectan la fluidez visual, sino que también influyen en la comodidad física y la experiencia emocional del usuario. A diferencia del cine tradicional, en el que el espectador observa desde una posición fija, en la realidad virtual (VR) y aumentada (AR) el cuerpo del usuario forma parte activa de la interacción. Para mantener una experiencia fluida y evitar molestias como mareos o

fatiga, es necesario que los movimientos del cuerpo —como los de la cabeza, los ojos o las manos— estén perfectamente sincronizados con la imagen que se muestra. Estudios recientes señalan que una tasa de al menos 90 fotogramas por segundo es el mínimo necesario para una experiencia cómoda en VR, y que los 120 fps se están consolidando como nuevo estándar técnico para asegurar una percepción estable del entorno (Wang et al., 2023).

Este cambio implica una evolución del concepto de montaje. Ya no se trata solo de cortar entre planos, sino de ajustar dinámicamente la forma en que la imagen fluye, responde e incluso respira junto con el usuario. En lugar de transiciones visibles, aparece una continuidad rítmica que se construye a partir de variables como la frecuencia de imagen, la latencia o la fluidez perceptual. El montaje se convierte así en un sistema dinámico que regula el ritmo de la experiencia, tanto narrativa como sensorial.

Este tipo de enfoque también está presente en los videojuegos actuales, donde la imagen no es un registro fijo, sino un proceso en constante cálculo. Por ejemplo, en *Half-Life: Alyx*, se utiliza una técnica llamada "foveated rendering" que ajusta la resolución y la tasa de cuadros según el punto donde el usuario dirige la mirada. De este modo, se prioriza el centro de atención para ahorrar recursos y mantener la experiencia estable sin pérdida de calidad.

Del mismo modo, tecnologías similares han comenzado a usarse en producciones cinematográficas como *The Mandalorian*, donde los entornos digitales se proyectan en pantallas LED envolventes que reaccionan en tiempo real al movimiento de la cámara. Esto permite que los actores interactúen con escenarios virtuales en el set mismo, sin necesidad de efectos añadidos en posproducción. En estos casos, la cámara física se integra con un entorno digital que responde a sus movimientos, generando un montaje en tiempo real basado en coordinación entre imagen, luz y espacio (Favreau & Filoni, 2020).

Este tipo de procesos marcan una transformación en la lógica del montaje. Ya no se limita a unir fragmentos, sino que se convierte en una herramienta que ajusta continuamente la frecuencia visual según la situación narrativa, el contexto técnico o la respuesta física del espectador. La unidad básica del lenguaje audiovisual ya no es necesariamente el plano, sino la secuencia continua de fotogramas que se adapta de forma flexible en función del flujo perceptivo.

Desde esta perspectiva, la evolución del montaje hacia una frecuencia de imagen dinámica no es solo una cuestión de estilo visual, sino un cambio estructural en la relación entre imagen, cuerpo y tiempo. La fluidez visual, antes tratada como un efecto deseable, se convierte en una necesidad fisiológica en contextos inmersivos. Y el montaje, en lugar de ser una operación fija de ensamblaje, pasa a ser una arquitectura abierta, ajustable y sensible al entorno.

Por último, esta transformación también plantea nuevas formas de narración. En lugar de seguir una lógica de causa y efecto basada en cortes, muchas experiencias inmersivas construyen su narrativa a través de la interacción continua. La forma en que el espectador se mueve, observa o actúa define la secuencia misma de eventos, y con ello, el ritmo del relato. Así, el montaje no se diseña solo desde la edición, sino también desde el diseño de experiencia, donde la frecuencia de imagen cumple un papel estructural en la organización del tiempo fílmico.

Esta es, en definitiva, la dirección hacia la que avanza el lenguaje audiovisual: desde el montaje como corte entre planos, hacia una frecuencia de imagen dinámica que regula la relación entre espectador, imagen y tecnología en tiempo real. Este cambio redefine la manera en que entendemos la narrativa visual, abriendo un espacio donde lo perceptivo y lo técnico se funden en una nueva forma de temporalidad cinematográfica.

Por supuesto, esta evolución del montaje puede interpretarse plenamente como parte de lo que este estudio ha conceptualizado como la transición del cine hacia el "estrato algorítmico". En este nuevo nivel, la frecuencia de imagen deja de ser un mero cuantificador técnico para convertirse en una capa expresiva que regula la interacción entre el espectador y la máquina. Tal como lo plantea la metodología basada en la teoría de la materialidad mediática de Kittler, lo que está en juego ya no es únicamente la visibilidad de la imagen, sino su ritmo interno: una frecuencia perceptiva que responde en tiempo real a las condiciones fisiológicas, las decisiones narrativas y los cálculos automatizados.

Por tanto, la tasa de fotogramas en entornos XR no debe entenderse únicamente como un estándar técnico o una exigencia ergonómica. Su modulación cumple una función semiótica de primer orden: determina cuán presente, reactivo y "real" se percibe el mundo audiovisual. Ante esta nueva condición, la categoría clásica de montaje como ensamblaje secuencial resulta insuficiente. En su lugar,

emerge una lógica de modulación rítmica continua, donde cada segundo es calculado, ajustado y sincronizado no solo en función de parámetros computacionales, sino también según las decisiones narrativas del usuario e incluso sus respuestas emocionales.

Desde esta perspectiva, se refuerza la hipótesis central de esta investigación: el *"frame rate"* debe ser concebido como una variable estética autónoma, cuya manipulación consciente —ya sea por parte de artistas o de algoritmos— constituye una nueva forma de autoría sensorial. El montaje contemporáneo ya no consiste en una sucesión homogénea de planos, sino en una coreografía algorítmica de flujos visuales. Las tecnologías de XR y virtual production validan el núcleo de esta investigación a nivel de ingeniería. Estas tecnologías pronostican que en el futuro desarrollo de la producción cinematográfica, superar el estándar de 24 fps podría convertirse en un requisito rígido de los sistemas técnicos, determinado por las características fisiológicas de la visión humana. En entornos inmersivos, la naturaleza funcional de la tasa de fotogramas experimenta una transformación: de ser un parámetro de expresión artística y un parámetro de rendimiento del sistema, pasa a estar directamente relacionada con la comodidad de la experiencia del usuario y la credibilidad del entorno. Esta transformación exige que los realizadores cinematográficos deben dominar la tecnología de control de la tasa de fotogramas y considerarla como un eslabón fundamental en el proceso de producción.

6. Conclusión

A lo largo de esta investigación, se ha demostrado que la frecuencia de imagen constituye una variable estética fundamental y autónoma dentro del lenguaje cinematográfico, y no un mero subproducto de condicionantes técnicos o históricos. Lejos de limitarse a garantizar la fluidez reproductiva, el *"frame rate"* se revela como una herramienta expresiva capaz de reconfigurar la experiencia perceptual, emocional y narrativa del espectador. Desde las rupturas deliberadas en el cine de vanguardia hasta su modulación algorítmica en entornos inmersivos y plataformas digitales, la manipulación de la tasa de fotogramas opera como un principio estructurante de la temporalidad fílmica contemporánea.

El análisis estratificado —en niveles mecánico, químico, electrónico y algorítmico— ha permitido desnaturalizar el estándar de 24 fps, mostrando que su

hegemonía obedece a una domesticación tecnocultural basada en contingencias históricas y no a una optimalidad perceptual. Frente a esta persistencia mitificada, las técnicas de frecuencia variable (VFR) proponen un nuevo paradigma de montaje que trasciende el corte entre planos para operar mediante la modulación continua del flujo visual. Este enfoque amplía la concepción clásica del montaje al incorporar la dimensión temporal inmanente a la imagen, en una lógica cercana a la composición musical o a la codificación computacional.

Esta redefinición del montaje mediante el *"frame rate"* implica una revisión ontológica del cine en la era digital. En un contexto donde la imagen se genera, procesa y distribuye algorítmicamente, la pregunta central ya no reside únicamente en lo que se muestra, sino en cómo se regula su aparición, su velocidad y su interacción con el espectador. La frecuencia de imagen se convierte así en un operador clave de la percepción, un mediador entre la intención artística y la experiencia sensorial.

Los hallazgos de esta investigación validan las hipótesis planteadas: el *"frame rate"* es una variable expresiva con valor autónomo, su estandarización respondió a determinismos técnicos y no a ventajas estéticas, y su manipulación permite optimizar la experiencia del espectador según criterios narrativos y afectivos. Asimismo, se confirma que el ecosistema tecnológico actual —con avances en animación 2D y 3D, realidad extendida y compresión adaptativa— no solo hace posible, sino necesaria, una exploración más diversa y consciente de las frecuencias de imagen.

En consecuencia, este estudio aporta una contribución teórica y práctica al campo de los estudios fílmicos. Por un lado, ofrece un marco conceptual para entender el *"frame rate"* como componente esencial del montaje contemporáneo. Por otro, proporciona herramientas críticas para que realizadores, montajistas y diseñadores de experiencias inmersivas integren la manipulación temporal de manera consciente y creativa en sus proyectos. Frente a la creciente estandarización impulsada por algoritmos y plataformas, reivindicar el control artístico sobre el *"frame rate"* se vuelve un acto de resistencia a favor de la diversidad estética, la autonomía creativa y la evolución misma del cine como arte temporal.

7. Referencias

- Alphabet Inc. (2025). Form 10-K for the fiscal year ended December 31, 2024 (pp. 33–38). United States Securities and Exchange Commission.
- Anderson, J., & Anderson, B. (1993). The myth of persistence of vision revisited. *Journal of Film and Video*, 45(1), 3–12.
- Arnheim, R. (1933). Film and reality. In *Film Theory and Criticism* (pp. 284–288).
- Baudrillard, J., & Glaser, S. F. (1994). *Simulacra and simulation* (Vol. 312). Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Benjamin, B. (2019, October 9). Face to Face: Gemini Man. *American Cinematographer*. <https://ascmag.com/articles/gemini-man-set-visit>
- Benjamin, W. (1987). La obra de arte en la época de su reproducibilidad técnica (1936). En *Discursos interrumpidos I*.
- Bennett, T. (2022). *The art of Avatar: The Way of Water*. DK Publishing.
- Bergson, H. (1910). *Time and free will* (F. L. Pogson, Trans.). New York: Macmillan. (Trabajo original publicado en 1889).
- Bombreport. (2019). Gemini Man (2019) — Yearly breakdown. Bombreport. <https://bombreport.com/yearly-breakdowns/2019-2/gemini-man/>
- Bordwell, D. (1997). *On the history of film style*. Harvard University Press.
- Bordwell, D., Thompson, K., & Smith, J. (2004). *Film art: An introduction* (7th ed., pp. 28–30). McGraw-Hill.
- Braun, M. (1992). *Picturing time: The work of Étienne-Jules Marey (1830-1904)*. University of Chicago Press.
- Cédric, H. (2022). Extension du champ télé cinématographique de la science-fiction. *ReS Futurae. Revue dframe ratétudes sur la science-fiction*, (19).
- Coleman, P., Murphy, L., Kranzler, M., & Gilbert, M. (2020, August). Making souls: Methods and a pipeline for volumetric characters. In *Special Interest Group on*

Computer Graphics and Interactive Techniques Conference Talks (pp. 1–2). ACM.

Cutting, J. E. (2016). Narrative theory and the dynamics of popular movies. *Psychonomic Bulletin & Review*, 23, 1713–1743.

Developer NVIDIA. (2023). Improving video quality and performance with AV1 and NVIDIA Ada Lovelace architecture. NVIDIA Developer Blog. <https://developer.nvidia.com/blog/improving-video-quality-and-performance-with-av1-and-nvidia-ada-lovelace-architecture/>

Digital Christie. (2019, octubre 3). Pioneering 120 fps HFR cinema with Paramount Pictures' Gemini Man. <https://www.christiedigital.com/press-releases/gemini-man/>

Disney News. (2021, enero 4). An inside look at the animation in Pixar's Soul. Disney News. <https://news.disney.com/animators-of-pixar-soul>

Eisen-Enosh, A., Farah, N., Burgansky-Eliash, Z., Polat, U., & Mandel, Y. (2017). Evaluation of critical flicker-fusion frequency measurement methods for the investigation of visual temporal resolution. *Scientific Reports*, 7(1), 15621. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-15791-6>

Elwyn, J. (2013, 18 de octubre). The making of Gravity [Podcast/Artículo]. Jonny Elwyn — Film Editor. <https://jonnyelwyn.co.uk/podcast/the-making-of-gravity-2/>

Elite Screens. (2017, diciembre). What is Soap Opera Effect and how do we get rid of it? <https://elitescreens.com/2017/12/what-is-soap-opera-effect-and-how-do-we-get-rid-of-it/>

Fernández, M. Á. (s. f.). El efecto 'culebrón': qué es y cómo evitarlo en tu televisor [Entrada de blog]. Think Big. <https://blogthinkbig.com/soap-opera-effect>

Framestore. (2023, octubre 23). Preparing for Gravity. Framestore News. <https://www.framestore.com/news/preparing-gravity>

- Hochberg, J., & Brooks, V. (1996). The perception of motion pictures. In Y. Engeström & D. Middleton (Eds.), *Cognitive ecology* (pp. 205–292). Academic Press.
- Holland, N. N. (1992). The Kuleshov Effect. In *The Critical I* (p. 41). Columbia University Press.
- IMDb. (s. f.). Neon Genesis Evangelion, Episode #24. <https://screenrant.com/best-neon-genesis-evangelion-episodes-list/>
- Kittler, F. A. (1999). *Gramophone, film, typewriter*. Stanford University Press.
- Loschky, L. C., Larson, A. M., Magliano, J. P., & Smith, T. J. (2015). What Would Jaws Do? The tyranny of film and the relationship between gaze and higher-level narrative film comprehension. *PLoS ONE*, 10(11), e0142474. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0142474>
- Mannoni, L., Crangle, R., Gunning, T., & Robinson, D. (2000). *The great art of light and shadow: Archaeology of the cinema*.
- Manovich, L. (1999). *The language of new media*. MIT Press.
- Pazhoohi, F., & Kingstone, A. (2021). The effect of movie frame rate on viewer preference: An eye tracking study. *Augmented Human Research*, 6, 1–5. <https://doi.org/10.1007/s41133-020-00038-2>
- Praeger, D. (2007). *Our love of sewers: A lesson in path dependence*. Venice, CA: Feral House.
- Raskin, R. (1998). Five explanations for the jump cuts in Godard's *Breathless*. *POV: A Danish Journal of Film Studies*, 6, 141–153.
- Redfern, N. (2022). *Estadística distribucional aplicada al análisis filmico*.
- Rodowick, D. N. (2009). *The virtual life of film*. Harvard University Press.
- Screen Rant. (2025, marzo 4). Every Neon Genesis Evangelion episode, ranked from best to worst. Yahoo! Entertainment. <https://screenrant.com/best-neon-genesis-evangelion-episodes-list/>

- Smith, T. J. (2012). The attentional theory of cinematic continuity (AToCC). *Projections*, 6(1), 1–27.
- Stiegler, B. (2010). *Taking care of youth and the generations*. Stanford University Press.
- Tan, E. S. (2018). *A psychology of the film*. Palgrave Communications, 4(1). <https://doi.org/10.1057/s41599-018-0094-2>
- Teh, S., Perumal, V., & Hamid, H. A. (2023). Investigating how frame rates in different styles of animation affect the psychology of the audience. *International Journal of Creative Multimedia*, 4(2), 10–31.
- Wang, J., Shi, R., Zheng, W., Xie, W., Kao, D., & Liang, H. N. (2023). Effect of frame rate on user experience, performance, and simulator sickness in virtual reality. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 29(5), 2478–2488.
- Wertheimer, M. (1912). Experimentelle Studien über das Sehen von Bewegung. *Zeitschrift für Psychologie*, 61, 161–265.
- Yelzkizi. (2025, enero 9). What 3D program did Arcane use? An in-depth look at the animation tools behind Riot Games' hit series. Yelzkizi. <https://yelkizi.org/what-3d-program-did-arcane-use/>
- Zeppelzauer, M., Mayer, K., Seidl, M., & Breiteneder, C. (2011). Análisis de defectos históricos en el cine experimental.