REVISTA CINE, IMAGEN, CIENCIA

REVISTACINEIMAGENCIENCIA.ES

VOL 1. (JULIO-DICIEMBRE, 2017)

PUBLICACIONES ICONO 14

REVISTA CINE, IMAGEN, CIENCIA

VOL 1. (JULIO-DICIEMBRE, 2017)

REVISTACINEIMAGENCIENCIA.ES

PUBLICACIONES ICONO 14

MADRID

EDITOR

FRANCISCO GARCÍA GARCÍA

CATEDRÁTICO DE COMUNICACIÓN AUDIOVISUAL Y PUBLICIDAD DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

SECRETARIO DE REDACCIÓN

JOSE LUIS RUBIO-TAMAYO

PROFESOR DE LA UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS DE MADRID

SECRETARIO ADMINSTRATIVO

ERNESTO TABORDA HERNÁNDEZ

INVESTIGADOR DOCTOR DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

Revista Cine, Imagen, Ciencia. (1) 2017. *La Imagen como Expresión Comunicativa de la Ciencia.* ISSN 2530-8882
revistacineimagenciencia.es

CONSEJO DE REDACCIÓN

SERGIO ÁLVAREZ GARCÍA

PROFESOR DE LA UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS DE MADRID

MANUEL GERTRUDIX BARRIO

PROFESOR DE LA UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS DE MADRID

PEDRO GÓMEZ MARTÍNEZ

PROFESOR DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE VITORIA

CRISTÓBAL FERNÁNDEZ MUÑOZ

PROFESOR DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

CARMEN LLORENTE BARROSO

PROFESORA DE LA UNIVERSIDAD CEU SAN PABLO

JOSE MARÍA LEGORBURU HORTELANO

DECANO DE LA UNIVERSIDAD SAN PABLO CEU DE MADRID

MARIA DEL CARMEN GERTRUDIS CASADO

INVESTIGADORA EN EL GRUPO CIBERIMAGINARIO

RAFAEL MARFIL CARMONA

PROFESOR DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA

MARIO BARRO HERNÁNDEZ

INVESTIGADOR UNAM (MÉXICO)

MARIA DEL CARMEN GÁLVEZ DE LA CUESTA

INVESTIGADORA EN EL GRUPO CIBERIMAGINARIO

PEDRO ALVES

PROFESOR DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA PORTUGUESA

BEATRIZ LEGERÉN

PROFESORA DE LA UNIVERSIDAD DE VIGO

ALMA DELIA FERNÁNDEZ ROLDÁN

DOCTORA DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

ISIDORO ARROYO ALMARAZ

PROFESOR DE LA UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS DE MADRID

CONSEJO ASESOR

XOSÉ SOENGAS PÉREZ

CATEDRÁTICO DE LA UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

MIGUEL DE AGUILERA MOYANO

CATEDRÁTICO DE LA UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

CARMEN MARTA LAZO

PROFESORA DE LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

ÁNGEL RODRÍGUEZ BRAVO

PROFESOR DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA

MARIA LUISA GARCÍA GUARDIA

PROFESORA DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

ANTONIO MEDINA RIVILLA

CATEDRÁTICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA

PILAR LACASA DÍAZ

CATEDRÁTICA DE LA UNIVERSIDAD DE ALCALÁ DE HENARES

JUAN JOSÉ PERONA PÁEZ

PROFESOR DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

ESTRELLA MARTÍNEZ

PROFESORA DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA

JOSE LUIS PIÑUEL RAIGADA

CATEDRÁTICO DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE

JORGE CLEMENTE MEDIAVILLA

DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INFORMACIÓN DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

HIPÓLITO VIVAR ZURITA

CATEDRÁTICO DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE

LUIS ALBERTO ALVES

PROFESOR DE LA UNIVERSIDAD DE OPORTO (PORTUGAL)

MARIA DOLORES CÁCERES ZAPATERO

PROFESORA DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

INMACULADA BERLANGA

PROFESORA DE LA UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LA RIOJA

FERNANDO RAMOS FERNÁNDEZ

PROFESOR DE LA UNIVERSIDAD DE VIGO

GIOVAMBATTISTA FATELLI

PROFESOR DE LA UNIVERSIDAD DE LA SAPIENZA DE ROMA (ITALIA)

GIOVANNA GIANTURCO

PROFESORA DE LA UNIVERSIDAD DE LA SAPIENZA DE ROMA (ITALIA)

ALFONSO MÉNDIZ NOGUERO

CATEDRÁTICO DE LA UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE CATALUNYA

MARIA DEL MAR RAMÍREZ ALVARADO

PROFESORA DE LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA

JULIO MONTERO DÍAZ

CATEDRÁTICO DE LA UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LA RIOJA

JUAN SALVADOR VICTORIA MAS

PROFESOR DE LA UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

MARIA JESÚS ABAD TEJERINA

PROFESORA DE LA UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS DE MADRID

RAFAEL REPISO CABALLERO

PROFESOR DE LA UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LA RIOJA

JOSE ANTONIO RUIZ SAN ROMÁN

PROFESOR DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

ÍNDICE

Editorial 12

Francisco García García y Jose Luis Rubio-Tamayo 12

La imagen y la creación científica 13

José Luis Piñuel Raigada (UCM) 13

El artículo audiovisual para la difusión científica 38

Francisco García García 38

María Jesús Rosado Millán 38

Ciencia y discursos multimodales: el papel de la visualización 56

Pilar Lacasa 56

Rut Martínez-Borda 56

Tecnologías de Realidad Virtual y Aumentada como Medios Emergentes para la Divulgación y Comunicación de la Ciencia: Procesamiento y Representación de la Información 88

Jose Luis Rubio-Tamayo 88

Los orígenes del cine y su relación con la ciencia. De la máquina a la pantalla, la incorporación del sonido y su evolución hasta la consolidación de géneros 103

Ana Julia Gómez 103

Paloma López-Villafranca 103

Francisco Griñán 103

Evolución de los formatos cinematográficos y revolución en las técnicas narrativas. La tecnología al servicio del discurso científico 121

María-Nieves Corral-Rey 121

María-Jesús Ruiz-Muñoz 121

Francisco-Javier Ruiz-del-Olmo 121

La Tragedia en la ciencia expuesta a través de la película *Interstellar* 131

Francisco José Gil Ruiz 131

Avances científicos y tecnológicos en la consolidación del cine como medio de expresión. 152

Ernesto Taborda-Hernández 152

El reto de la divulgación en ciencia básica: modelo de exposición interactiva 179

Alicia S. Arroyo 179

3D, 360 Grados y Periodismo Inmersivo. La influencia de la innovación tecnológica en la representación documental y el lenguaje audiovisual 195

Rafael Marfil-Carmona 195

Innovación Tecnológica, Científica y Nuevos Consumidores. 215

Hacia un Nuevo Paradigma en Creación Audiovisual 215

Juan Carlos Gauli 215

Visiones de lo invisible: La fotografía científica del siglo XIX y su importancia en la configuración epistemológica de la imagen en la cultura contemporánea. 239

Ricardo Guixà Frutos 239

Editorial

Francisco García García y Jose Luis Rubio-Tamayo

Las relaciones entre imagen y ciencia han sido muy productivas para el desarrollo de ambas. La imagen es uno de los vectores a partir de los cuales se ha articulado la producción y la divulgación científicas. La imagen difunde y encuentra los medios discursivos necesarios para incentivar el desarrollo científico y el interés en todo tipo de público. La ciencia descubre el ser de las cosas, añade una aportación nueva a la construcción del mundo tecnológico, biológico, matemático, químico, artístico, médico, jurídico, educativo y comunicativo. La ciencia es una construcción continua, un ejercicio riguroso donde se ponen a prueba las metodologías del saber. Y saber es ser más. La comunicación amplifica no solo el saber más sino el querer saber más. El cine es un ejemplo paradigmático del encuentro intersticial de varias ciencias: entre ellas la química, la psicología, la óptica, la cronofotografía, la mecánica o la narrativa. Así, desde el principio, imagen y ciencia estuvieron juntas en el descubrimiento del mundo. Este primer número de la Revista Cine, Imagen, Ciencia quiere profundizar en estos aspectos. Por ello, agradecemos los artículos enviado que analizan, en profundidad y con rigor académico, el tema objeto del monográfico.

La imagen y la creación científica

José Luis Piñuel Raigada (UCM)

pinuel@ucm.es

Resumen

Los términos de *imagen* y de *creación* referidos a la ciencia remiten a un ámbito o forma de expresión, por una parte, y a una clase o género de conocimiento socialmente disponible y legitimado, por otra. Como expresión, la imagen se distingue de otras formas sensoriales de representar algo, por establecer semejanzas graduables entre estímulos sensoriales del *significante* y del *significado*, y que Abraham Moles propuso denominar *escalas de iconicidad*. Como conocimiento socialmente disponible y legitimado, la ciencia se distingue de otras formas mentales de saber hacer algo, por establecer la existencia de pruebas como garantía de las correspondencias entre saber y hacer. Este planteamiento que aquí se desarrolla permite examinar cómo evolucionan las formas sensoriales de representar algo mediante imágenes y las formas mentales de confiar en las pruebas para saber hacer algo. Y el examen conduce a descubrir que esta evolución es recíproca porque la inteligencia humana es una actividad que opera mediante procesos estocásticos que a lo largo del tiempo van articulando estructuras de estimulación sensorial (formas perceptivas) y estructuras de registro (memoria) que se equilibran genéticamente estableciendo anticipaciones que pueden cumplirse o no si colectivamente llegan a ser compartidas.

Palabras clave

Imagen, iconicidad, conocimiento, ciencia, cambio social.

Teoría y epistemología de la comunicación científica.

El contexto al que se puede remitir el pensamiento que aquí se desarrolla podría ser denominado "Teoría y epistemología de la comunicación científica" porque con este rótulo se cuestiona la validez del conocimiento compartido para explicar tanto la producción como el producto del saber científico destinado a ser legitimado socialmente como *Ciencia.*

O dicho de otra manera: si la *Ciencia* puede ser considerada un saber socialmente seguro para representar aquello que se puede hacer con la garantía probada de alcanzar exitosamente un objetivo, el requisito previo e incuestionable es hacer que aquellas representaciones sean socialmente compartidas, y saber hacer esto es el objetivo de la comunicación científica, es decir, de la comunicación de los saberes científicos.

Como es sabido, el pensamiento existe si el pensante utiliza elementos expresivos (simbólicos) para construir una representación o idea de las cosas tangibles o intangibles de la supuesta realidad, aunque esto no quiere decir que cada vez que pensamos, cada vez que elaboramos una idea, un argumento o un juicio, estemos comunicando. En este sentido, para hacer una reflexión no es necesaria la presencia de una interacción comunicativa con otra(s) persona(s). El que piensa no demanda la ayuda de otro para reflexionar, aunque sí precise servirse de elementos simbólicos, como las destrezas aprendidas de una lengua (código expresivo), para realizar dicha operación cognitiva. Como diría Abraham Moles (1978, 307) "el pensamiento del hombre es, entre otros factores, el producto de su palabra; la idea es posterior a los términos que la expresan, la palabra es provista por la sociedad como un recipiente más o menos vacío que el individuo debe llenar". Ahora bien, la experiencia cotidiana nos demuestra que no siempre "se piensa lo que se dice" y que muchas veces "se habla sin pensar". En este caso, "pensar" no significa simplemente disponer de representaciones mentales, sino reflexionar, es decir, activar una representación mental sobre las representaciones activadas para actuar, y luego controlar la representación inicial mediante ésta segunda representación. Reflexionar, por consiguiente, es siempre una operación que se denomina "de segundo orden". Reflexionar es un verbo que procede de *reflectĕre*, que en latín significa "volver hacia atrás". "Hablar sin pensar" alude a no operar con reflexión, ya que éste "volver hacia atrás" permite poder elegir, en el caso de la comunicación, la mejor expresión de las disponibles. Y este es un problema permanente para los filósofos. Ellos lo han llamado siempre "dar con la verdad": cuando la verdad o falsedad es sólo achacable a la expresión, se trata de la *verdad formal*, porque siempre está referida a la forma de la expresión; cuando la verdad o falsedad es sólo achacable a la representación mental mejor elegida, se trata de la *verdad material*, porque entonces el problema sería que la representación seleccionada carece de la confianza del conocimiento socialmente disponible. Confianza viene del latino *confidāre*, cuyo significado tiene que ver con "esperar con firmeza y seguridad" y el problema de decidir cómo confiar en el "conocimiento socialmente compartido" ha sido siempre el problema de los filósofos: conocer el procedimiento utilizado para construir el conocimiento socialmente compartido que sustenta aquella "firmeza y seguridad" en lo que se puede creer.

Inicialmente fueron los mitos los que sustentaban esta firmeza, pero en occidente fueron las ciencias desde la cultura griega. La epistemología es hoy la ciencia que estudia la

correcta manera de conocer, y se interesa por la clasificación, los métodos y los principios del conocimiento de las demás ciencias respecto a sus propios objetos de estudio. Para entender mejor a esta "ciencia de las ciencias", "saber de saberes" o "teoría del conocimiento" podríamos decir que mientras las ciencias buscan conocer algo sabiendo cómo hacerlo, la epistemología busca conocer el procedimiento utilizado por las ciencias para llegar a conseguir sus resultados.

Las creencias o ideas compartidas pueden estar fundamentadas en una conformidad derivada de actitudes sólo generadoras de confianza ingenua, o bien derivada de una confianza socialmente atribuida a una forma de expresarlas: el *mito* (narraciones cosmogónicas o "que explican el origen de la sociedad") o la *ciencia* (cuyas leyes formales se exige sean sometidas empíricamente a examen de validez). Considerando un devenir temporal de gran escala, podemos supuestamente imaginar uno de los primeros ejercicios de pensamiento llevado a cabo por el sujeto genérico (o en sociedad) elaborando un discurso que diera confianza para entender aquello que más le preocupaba, que más le interesaba, o que más le merecían la pena convertir en los primeros objetos de conocimiento seguro: los ciclos vitales de la luz y la oscuridad, del frio y el calor, de la vida y la muerte, etc. La representación establecida en aquellos incipientes procesos discursivos darían origen tanto a los mitos como muy posteriormente a las ciencias, en la búsqueda del "saber seguro".

El mito se expresa mediante las narraciones y relatos cuya veracidad se establece por fe, y cuyo sostenimiento se impone por una autoridad que dicta la confianza en lo que se cree. El conocimiento alegórico mítico alimenta y tranquiliza a los sujetos, recubriendo con relatos admirables y extraordinarios las angustias motivadas por la impotencia de la imprevisibilidad ante las fuerzas de la naturaleza. El mito es incuestionable e inatacable en sus argumentos. Todo aquel que lo utiliza para entender lo que pasa en el entorno, lo acata como si de una ley universal se tratara.

La Ciencia, por su parte, sitúa su garantía abundando en la viabilidad de una demostración, de una prueba, haciendo corresponder la consistencia formal (sin contradicciones) de las representaciones elaboradas por deducción al operar con expresiones, y la consistencia provisional (inducción) de las representaciones derivadas de las experiencias materiales puestas en práctica. El conocimiento científico (del que se sabe cuáles son sus condiciones para que sea verdadero, pero del que siempre se tiene la certeza de ser falso cuando así se demuestra) se separa de quien lo piensa, y por lo tanto se comparte como un saber aceptable por todos. Quien sabe utilizarlo para entender lo que pasa en el entorno, no lo acepta como algo dogmático, sino que lo cuestiona, lo relativiza, le pone objeciones. El conocimiento científico, pues, no se estaciona en el tiempo como algo estático, sino más bien tiene la cualidad biodegradable de cambiar y ajustarse a los cambios.

El conocimiento, ya sea mítico o científico, siempre apunta a una aplicación, a un "saber hacer", capaz de ponerse en práctica manipulando y transformando los materiales al alcance de la mano, interviniendo en el entorno para dominarlo. El éxito que en ambos casos garantiza la confianza o la seguridad del conocimiento compartido, se atribuye precisamente al proceso incesante de poner en práctica lo que provisionalmente se cree y de comprobar su mejoramiento. En el dominio del conocimiento mítico el *saber* se aplica al *hacer* que se fija por la puesta en escena de los ritos y cuando se cuestionan prácticas no exitosas, se le echa la culpa al "no saber hacer" (errores o fallos del ritual) y nunca se le achacan a la expresión (falsa, o engañosa, o errónea), sino sólo a su interpretación, imponiéndose entonces la autoridad del "sacerdote" que fija las interpretaciones, y como consecuencia la vigilancia de los rituales. Mientras que en el dominio de las ciencias, la revisión del éxito o el fracaso de las aplicaciones, no se impone por autoridad sino por análisis; las prácticas no exitosas o fracasadas pueden imputar el "no saber hacer" a un problema de procedimiento tanto formal como material: si atañe a la forma del procedimiento, se trata del error; si el procedimiento no demuestra errores, hay que achacar su fracaso al "no saber", en cuyo caso la revisión le compete a las teorías (leyes científicas) y se declara formal y materialmente una falsedad que sólo a las teorías les es imputable. Por consiguiente, la confianza en las prácticas seguras del rito reposa en la vigilancia sobre su ejecución (cumplimiento de los rituales) o en la interpretación del mito (dogma o teología) en ambos casos avalada por la autoridad de los sacerdotes. Mientras que la confianza en las prácticas seguras de la aplicación técnica del saber científico reposa sobre el cuidado del procedimiento por evitar errores de ejecución (tecnología) o en la revisión de las leyes científicas (epistemología). La autoridad científica, curiosamente, sólo se sostiene socialmente si se avalan errores y falsedades, y nunca si se imponen verdades absolutas.

Según se resume en el Cuadro 1, la expresión del saber mítico se manifiesta, pues, por relatos y se aplica en la práctica mediante ritos; la expresión del saber científico se formula mediante leyes y se pone en práctica mediante técnicas; la revisión del saber mítico es un asunto de interpretación teológica y la revisión de sus aplicaciones depende de la vigilancia del buen cumplimiento de rituales; la revisión del saber científico es un problema de la epistemología y la revisión de sus aplicaciones se le confía a la tecnología; la autoridad competente para dictar la verdad del saber mítico y del hacer ritual la reclaman los sacerdotes; la autoridad competente para establecer, no la verdad, sino la falsedad demostrada de leyes científicas o el error demostrado de sus técnicas de aplicación, se le confía a los investigadores científicos. Para los sacerdotes la verdad es inmutable, para los científicos, sólo es inmutable el error o la falsedad.

Cuadro 1. Expresión y revisión del saber hacer según los patrones culturales del mito y de la Ciencia

	MITO		**CIENCIA**	
	Saber	*Hacer*	*Saber*	*Hacer*
Expresión:	Narración mítica	Rito	Ley científica	Técnica
Revisión:	Teología	Ritual	Epistemología	Tecnología
AUTORIDAD:	SACERDOTES		INVESTIGADORES CIENTÍFICOS	
Fuente: Piñuel J.L. y Lozano Ascencio (2006, 178)				

Sin embargo, al buscar la inteligibilidad y el conocimiento seguro del acontecer, muchas veces se hace un uso mítico del conocimientos científicos, y otras, la tecnología da lugar a rituales. Casos ilustrativos del uso mítico de conocimientos científicos lo proporciona la *ufología* en el cine, cuyos relatos de origen proceden de avances científicos y tecnológicos sobre la vida extraterrestre (*ufología*: término procedente del inglés *ufology*, palabra formada a partir de las siglas UFO, *Unidentified Flying Object*, en español "OVNI" por 'Objeto Volador No Identificado'). Y un caso ilustrativo de tecnologías que se convierten en rituales, es el que se acompaña en ciertas prácticas sanitarias llevadas a cabo por mucha gente que desconoce la base científica de las técnicas prescritas por especialistas en las vacunaciones, en las dietas anti obesidad, en las terapias farmacológicas contra infecciones, etcétera. En cualquier caso, la *expresión* del conocimiento disponible, y su *revisión* cuando es cuestionado, comienza y termina poniendo a prueba la comunicación de la ciencia y su metodología, pues a la postre el "saber hacer" que caracteriza las diferentes *culturas* y su evolución, se reproduce por la práctica social de la comunicación.

Aproximación a una visión genética de desarrollo de la expresión icónica para la comunicación del "saber hacer"

Cuando se habla de "*cultura*" de las sociedades, acostumbramos a entender el cultivo colectivo de saberes y de prácticas seguros para mantener la reproducción social (orden que facilita la existencia en grupo y su permanencia como grupo), no la reproducción biológica (orden que brinda la eficacia de los acoplamientos para la concepción y sostén de nuevos seres vivos). Ciertamente este cultivo colectivo requiere algún "almacenamiento" de datos que no fue inicialmente material sino mental, puesto que saberes y prácticas se transmitían oralmente de generación en generación confiando su mantenimiento en el ejercicio de la memoria de los sujetos, razón por la cual todos los saberes y procedimientos prácticos se expresaban en verso para facilitar mejor su memorización.

Pero a partir de la invención de la escritura, este "almacenamiento" comenzó a registrarse en soportes materiales no corporales.

Reparando en las expresiones gráficas del "saber hacer", la progresiva independencia entre configuraciones holísticas de las primeras expresiones de la oralidad y las actuaciones (por ejemplo, manipulando piedras en cooperación, para hacerlas más eficaces como armas, o para hacerlas más eficaces al descuartizar una presa, etc.) facilitarían al hombre paleolítico operar con la reversibilidad, es decir, ensayar a componer y descomponer expresiones y actuaciones de manera independiente. O, dicho de otra manera: cuanto mejor se aprende a manipular herramientas (reversibilidad de actuaciones), mejor se aprende a operar con las expresiones que concitasen la cooperación y la lógica de la expresión y viceversa. El éxito de la actuación y la cooperación presiona eficazmente en la composición y descomposición de expresiones, de forma que es la versatilidad de la mano la que genera la versatilidad de las representaciones asociadas a la división y descomposición de expresiones; por ejemplo, es de todos sabido que la operación de contar, enumerar, siempre comenzó a realizarse o sobre base cinco o sobre base diez, lo que induce a pensar que fue el gesto de ir abriendo los dedos de una mano cerrada, lo que facilitó universalmente la primera abstracción de número.

Ahora bien, este aprendizaje sería lento y sinuoso y siempre se acompañaría de la puesta en escena (actuación interpretada para transmitir la destreza corporal) de la reversibilidad de expresiones e interacciones (cambiar de situaciones o volver a retomarlas desde un anterior juego de cooperación). Al estadio en que a la expresión holística le acompaña el correlato de la actuación, o de las actividades reales de cooperación a las que las expresiones corporales se refieren, lo denominó Piaget (1985) "estadio de las operaciones concretas" que en la ontogénesis es el estadio más dilatado en la biografía infantil. Y si se acepta la opinión generalizada hoy día de que en la ontogénesis se reproduce la socio génesis, este estadio de las operaciones concretas correspondería en la socio-génesis a la abstracción paleolítica, hasta que trescientos siglos más tarde, en el neolítico, se accede al estadio superior llamado "estadio de las operaciones formales" que le abren paso a la destreza de la escritura (cf. Piñuel JL. y Lozano, C. 2006).

Efectivamente, componer y descomponer expresiones y actuaciones es una actividad que se potencia enormemente con la adquisición de las destrezas gráficas. Con los primeros dibujos tanto en el paleolítico como en la infancia, se comienza a disociar expresión material y su operación correspondiente (secuencia temporal y distribución espacial del trazo de la mano sobre la superficie que sirva de soporte) frente a la activación de representaciones ("un bisonte para ser cazado, descuartizado y comido" o bien "papá, mamá con el sol de día"). La lógica de las expresiones y la lógica de las operaciones comienzan a diferenciarse y, a su vez, a integrarse en esquemas de orden superior: no son

del mismo orden las operaciones con la expresión del dibujo (trazo parecido al objeto representado), que las operaciones, más tarde, de la escritura ideográfica y jeroglífica (trazo más estilizado y articulado secuencialmente con representaciones asociadas a su vez a representaciones de los objetos, o después asociadas al "sonar" de su nombre) y aún muchísimo más tarde, de la escritura fonética y alfabética (golpes de voz, palabras y letras, cuya similaridad con las representaciones icónicas ha desaparecido), o que las operaciones, finalmente, con los números. Por consiguiente, la lógica de la actuación cooperativa más eficaz lleva a depurar la lógica de la expresión interactiva más eficaz, y a su vez, el desarrollo de la lógica de la expresión más eficaz (del dibujo a la escritura) que lleva al desarrollo progresivo y silencioso de la abstracción.

Con el paso del tiempo y como consecuencia de la acumulación de registros materiales, se presentaron tres problemas que históricamente tuvieron que ser afrontados. El primero, la salvaguarda de los registros (rollos, libros, mapas, calendarios, archivos, etc.); el segundo, el mantenimiento no sólo físico, sino también mental de sus fondos: saber clasificarlos, interpretarlos, ponerlos a disposición de los interesados, etc.; y el tercero, la explotación de la sabiduría archivada para generar nuevos conocimientos y nuevas obras. El "cultivo" de este saber se convierte en una tarea para la que se especializan determinados estamentos sociales: en consonancia con la evolución del conocimiento colectivo y de sus garantías de seguridad, el estamento social que primero se especializa en este cultivo es el sacerdotal. Sólo en aquellas sociedades donde surge la ciencia, como en la antigua Grecia, el "cultivo del saber" pasa a manos de los filósofos, pero sólo de aquel saber progresivamente desgajado del mito. Alternativamente, quienes detentan el Poder en las sociedades (porque son propietarios de vidas y haciendas) reclaman su autoridad o basándose en la religión o basándose en la ciencia; y encargan la salvaguarda, el mantenimiento, y la explotación de la sabiduría archivada, o a los sacerdotes o a los filósofos. A medida que el progreso económico resulta más exitoso por obra de la técnica y las tecnologías, y que éstas sólo pueden revisarse sobre la base del saber científico, pierden prerrogativas sociales los sacerdotes, los cuales no lo aceptan fácilmente. Científicos y sacerdotes sólo pueden perpetuar la confianza y la excelencia de sus respectivos saberes, en la medida que incrementen el número de sus seguidores, y ambos estamentos comienzan a disputarse la técnica para la difusión cuanto más masiva mejor de su capital cultural: un caso paradigmático fue lo que ocurrió tras la eclosión de la producción artesanal y posteriormente industrial de la imprenta, que dio lugar a que disputándose esta competencia hegemónica entre sacerdotes y científicos los libros más editados fuesen la Biblia y la Enciclopedia.

Pero esta competencia por alcanzar la hegemonía intelectual adquiere rumbos opuestos entre mito y ciencia según la dirección a que, para la difusión de conocimientos, apuntan las expresiones comunicativas al asociar estímulos sensoriales *significantes* y sus

significados mentales, y que Abraham Moles (1981, 101) propuso denominar *escalas de iconicidad*, que Joan Costa (2004) editó como se ilustra en el Cuadro 2. Así, si nos proponemos ilustrar cómo las revisiones de las expresiones comunicativas propias del conocimiento mítico apuntan al extremo más convencional (grado cero de la iconicidad), sus expresiones se condensan en *símbolos* cuya interpretación necesariamente se apoya sobre discursos narrativos: por ejemplo la cruz entre los cristianos, la media luna creciente entre los musulmanes y su estrella tartésica, o la estrella de cinco puntas de los judíos, etc. Y cómo, en el otro extremo (grado máximo de iconicidad), el conocimiento mítico recurre a condensar su expresividad en la reproducción que los rituales hacen de los mitos, mediante la escenificación litúrgica o puesta en escena de las secuencias narrativas que los mitos relatan y que los ritos eficazmente reviven. Por el contrario, el conocimiento científico apunta al grado cero o extremo más convencional y menos icónico de la expresión del *saber*, recurriendo a algoritmos matemáticos cuyo univoco y universal código abstracto resulta verbalizable mediante las expresiones propias de las lenguas naturales funcionando como *metalenguajes* (lenguajes sobre lenguaje), como es el caso de la fórmula $E=mc^2$ para expresar la equivalencia entre la masa y la energía dada por la expresión de la teoría de la relatividad de Einstein; y alcanzan el grado máximo de iconicidad haciendo que los propios objetos de conocimiento se conviertan en el ejemplar que sirve para mostrar una clase o categoría abstracta, a la cual materialmente encarnan, como es el caso en las exposiciones científicas, donde v.g. un mineral, un fósil, una planta o un compuesto químico sirve para ilustrar la categoría que ejemplifican.

Cuadro 2. Escalas de iconicidad decreciente, propuestas por Abraham Moles

Cuanto más icónica es una imagen, más tiende a confundirse con la realidad; cuanto mayor es su abstracción, mayor es el papel que desempeñan en su construcción las convenciones arbitrarias. Una imagen perfectamente abstracta deja de ser una imagen y pasa a ser, por ejemplo, una denominación lingüística o, llevando el ejemplo al límite, la cifra de identificación de un objeto en un catalogo.
La escala que se representa en el cuadro, sitúa, las categorías de imágenes que normalmente conocemos, en un eje dividido en doce intervalos. Al principio se encuentra la figuratividad o la iconicidad total. La abstracción máxima, por el contrario, se encuentra en las antípodas: seria la designación algebraica. El mundo de los esquemas se inicia débilmente en el grado 7 de la escala, y crece en abstracción entre los grados 5 al 0.

Clase	Definición	Criterio	Ejemplos
12	El propio objeto para designarse como especie.	Eventual colocación entre paréntesis en el sentido de Husserl.	El objeto en el escaparate de la tienda. La exposición.
11	Modelo bi o tridimensional a escala.	Colores y materiales arbitrarios.	Muestrarios fácticos.
10	Representación bi o tridimensional reducida o aumentada. Representación anamorfoseada.	Colores o materiales elegidos de acuerdo con criterios lógicos.	Mapas en tres dimensiones: globo terráqueo, mapa geológico.
9	La fotografía industrial o la proyección realista sobre un plano.	Proyección perspectiva rigurosa; matices tonales, sombras.	Catálogos ilustrados.
8	Dibujo o fotografía del tipo llamado "recortado" (operación visual del universal aristotélico). Perfiles en diseño.	Criterios de continuidad del contorno y de cierre de la forma.	Catálogos de venta por correspondencia. Prospectos. Fotografías técnicas.
7	Esquema anatómico o de construcción.	Apertura del cárter o de la envoltura. Respecto de la topografía arbitraria de los valores. Cuantificación de los elementos y simplificación.	Sección anatómica. Sección de un motor de explosión. Esquema del cableado de un receptor de radio. Mapa geográfico.
6	Vista de "despiece".	Disposición perspectiva artificial de las piezas de acuerdo con sus relaciones topológicas de vecindad.	Objetos técnicos en los manuales de montaje o de reparación.
5	Esquema de "principio" (eléctrico o electrónico).	Sustitución de los elementos por símbolos normalizados. Paso de la topografía a la topología. Geometrización.	Plano esquematizado de la red de metro. Esquema de cableado de un receptor de TV.
4	Organigrama o Bloque esquema de programa del ordenador.	Los elementos son cajas negras funcionales, relacionadas mediante conexiones lógicas. Análisis de las funciones lógicas.	Organigrama de una empresa. Serie de operaciones químicas.
3	Esquema de formulación.	Relación lógica y no topológica, en un espacio no geométrico, entre elementos abstractos. Las relaciones son simbólicas. Todos los elementos son visibles.	Formulas químicas desarrolladas. Sociogramas.
2	Esquemas en espacios complejos.	Combinación en un mismo espacio de representación, de elementos esquemáticos (flecha, recta, plano, objeto) pertenecientes a diferentes sistemas.	Fuerzas y posiciones geométricas en una estructura metálica. Esquemas de estadística gráfica.
1	Esquema de vectores en los espacios puramente abstractos.	Representación gráfica en un espacio métrico abstracto de relaciones entre magnitudes vectoriales.	Magnitudes vectoriales en electrónica. Triángulo de las vocales.
0	Descripción en palabras normalizadas o en formulas algebraicas. X =…	Signos puramente abstractos sin conexión imaginable con el significado.	Ecuaciones y fórmulas. Textos.

COSTA, Joan. *La Esquematica, Visualizar la información*. Barcelona, Paidos. 2003.

Y entre ambos extremos Abraham Moles estableció, pues, hasta 12 rangos o escalas de iconicidad decreciente proponiendo criterios en la selección cada vez más alejada de sus

componentes sensoperceptivos y cada vez más próximos de códigos convencionales abstractos. Y ello sin hacer distinción si para expresiones del conocimiento mítico o del conocimiento científico, es decir, si el conocimiento es seguro porque se interpreta aquello en lo que se cree (mito) o es seguro porque se cuestiona y se puede someter a prueba lo que se sabe hacer (ciencia). Además, tomando sólo en cuenta imágenes fijas, sonoras y visuales, pero no imágenes en movimiento.

También un planteamiento como este puede ser desarrollado de otra forma por agrupación diferente de similares criterios, desde los más alejados de convencionalismos abstractos hasta lo más próximo a ellos, tal como propuso Robert Estivals (2002) sobre el elaborado por Moles (Cuadro 3)

Cuadro 3: Escala de esquematización Icónica (R. Estivals) versus Escala de Iconicidad Decreciente (Moles)

ROBERT ESTIVALS		ABRAHAM MOLES	
Escala de Esquematización Icónica		Escala de Iconicidad Decreciente	
Grado 1	Objeto o fenómeno tal como se percibe VER	Grado 12	Aislamiento del objeto real
		Grado 11	Reproducción tridimensional a escala
		Grado 10	Reproducción tridimensional reducida o aumentada
		Grado 9	Reproducción fotográfica bidimensional
Grado 2	Mostrar el objeto o fenómeno y su estructura VER Y COMPRENDER	Grado 8	Dibujo o fotografía recortada
		Grado 7	Esquema anatómico de construcción
		Grado 6	Vista de <<despiece>>
Grado 3	Mostrar la estructura u organización sin mostrar el objeto o fenómeno CONOCER	Grado 5	Esquema, sustitución de los elementos por símbolos (convencionales)
		Grado 4	Organigrama o esquema de bloques
Grado 4	Explicar sintéticamente y teóricamente la estructura del objeto NECESIDAD TEÓRICA Y GLOBAL	Grado 3	Esquema de formulación (uso en las ciencias exactas, naturales, sociales etc.)
		Grado 2	Esquema en espacios complejos (relación de fuerza y posiciones)
		Grado 1	Esquema en espacios abstractos (gráficos vectoriales etc.)
Grado 5	Explicar analíticamente la estructura. Intervención del lenguaje escrito necesario para que el lector comprenda adecuadamente el contenido. COMPRENSIÓN MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DEL LENGUAJE ESCRITO Y LA ESQUEMÁTICA	Grado 0	Descripción en palabras normalizadas, fórmulas algebraicas.

Es de resaltar que la propuesta de Estivals parte de dar por supuesto que las operaciones cognitivas al *ver* e *identificar* algún objeto, coinciden como punto de arranque desde el cual se añaden otras operaciones progresivamente más complejas, a medida que se van

involucrándole objetivos a las representaciones. Pero ya los *gestaltistas* pusieron de manifiesto la distinción entre las operaciones de *ver* e *identificar*, al mostrar numerosos ejemplos como el que aparece en la Imagen 1. Además, *ver* e *identificar* no sólo son operaciones distintas, sino que también requieren un previo capital cognitivo de registros mentales que contenga categorías de figuras y de objetos asociados por sus formas perceptivas posibles. Por ejemplo, sin registros mentales de lo que es una gargantilla como adorno en el cuello, o un tipo de tocado en la cabeza rematado por una especie de pluma, fallan las operaciones de distinguir una joven cuyo rostro se ve de espaldas, o una anciana cuyo rostro se ve en primer plano. Se ve lo que se puede identificar, pero no puede ser identificado visualmente algo que no está contenido en repertorios mentales.

Imagen 1. Figuras de doble identificación perceptiva: perfiles alternativos de una joven y de una anciana

El resto de grados de *esquematización* que Estivals hace corresponder con los grados de *iconicidad* decreciente de Moles, vienen a confirmar lo anterior, en la medida que se va asumiendo como objetivo *hacer ver* (esquemática) registros mentales posibles, procedentes de lo que se *sabe* (conocer), o de lo que se anticipa en virtud de experiencias contrastadas del *saber hacer* (teorías), o bien de lo que es sostenido por discursos destinados al *saber hacer saber* según revisiones socialmente confiables (*epistemología*, para el saber, *teología* para el creer).

Lo que puede ser claramente comprendido e imaginado haciendo uso de la figuración visual fija, se complica si se contempla la figuración sonora o cualquier otra que posea dimensión secuencial continua en el tiempo. Y la propia tecnología que el conocimiento científico ha ido haciendo posible, ha contribuido poderosamente al desarrollo de esa complejidad creciente. Primero con la fotografía, después con el cine y posteriormente con la TV, las tecnologías en el tratamiento analógico y luego digital de la luz sobre los objetos hechos visibles, y de las vibraciones del sonido propagadas por el aire hechas audibles,

permitieron descubrir más certeramente y luego manipular los procesos perceptivos, hasta el punto de hacer posible las experiencias de realidad virtual, llamada así porque se acepta la inexistencia de cualquier otra realidad que no sea la propia concurrencia de las técnicas que provocan las excitaciones sensoriales que conducen a los procesos perceptivos.

A la escala temporal de los cambios históricos recíprocamente acaecidos en la evolución de la reproducción de imágenes y de la reproducción de conocimientos científicos, debe ser destacado que la inteligencia humana es una actividad que opera mediante procesos que a lo largo del tiempo van articulando estructuras de estimulación sensorial (formas perceptivas) y estructuras de registro (memoria) que se equilibran genéticamente estableciendo anticipaciones que pueden cumplirse o no si colectivamente llegan a ser compartidas. Así, desde las técnicas prehistóricas de producir las imágenes más o menos figurativas y más o menos abstractas sobre muros y otras superficies más transportables, hasta el descubrimiento tecnológico de la fotografía, la innovación se orientó primordialmente a conseguir la relevancia de las formas perceptivas (*formas* que destacan de un *fondo*) a resultas de la mediación cognitiva ejercida por el autor (el artista o el artesano), manejando (técnica) trazos, tintes y colores, y sirviéndose de las pautas culturales compartidas en registros de memoria colectiva sobre el acontecer del entorno. Pero con la invención de la fotografía la tecnología permitió registrar en placas fotosensibles las variaciones de reflejos luminosos procedentes de un campo natural al que apunta el objetivo que lo enmarca, lo cual llegó a ser interpretado como un salto cualitativo que históricamente se produce cuando los datos de referencia (formas obtenidas mediante el concurso de esta técnica) derivan de hacer participar al objeto de referencia (situado al interior del campo natural que el objetivo enmarca) en la génesis de la comunicación por cuya mediación, al hacer circular expresiones obtenidas por este sistema (Martín Serrano, M. et al. 1982), la sociedad contribuiría a poner a prueba el capital cognitivo de las comunidades humanas. Martín Serrano denominó a este sistema "comunicación referencial" por oposición a la "comunicación vicaria", propia de las expresiones cuyas formas perceptivas se crean a partir del trabajo expresivo de quienes manejan trazos, tintes y colores, sirviéndose de las pautas culturales compartidas en registros de memoria colectiva. Según esta interpretación, en la "comunicación referencial" crecerían las mediaciones tecnológicas y disminuirían las mediaciones cognitivas, pero sería en la medida que el universo de los objetos de referencia se limitasen a entidades sensorialmente perceptibles, en lugar de entidades abstractas. Y aun así, el dominio progresivo de las tecnologías destinadas a la producción de imágenes audiovisuales, pronto lograría incluso hacer innecesaria la presencia de objetos de referencia perceptibles, pues la digitalización, que inicialmente pretendía resolver problemas de trasmisión y grabación de señales destinadas a ser percibidas, acabaría

dando paso a la creación de imágenes virtuales, para las cuales la referencia ya no son los objetos sensorialmente perceptibles, sino los registros cognitivos de memoria colectiva. En cualquier caso, al dominio tecnológico en la producción y reproducción de imágenes audiovisuales se llega por la innovación del conocimiento científico y su incesante revisión descartando errores en los procedimientos y falsedades en las propuestas teóricas. Pero, a su vez, hoy el dominio tecnológico de la digitalización de la imagen audiovisual contribuye poderosamente al propio conocimiento científico tanto en sus formulaciones, como en la difusión de sus resultados.

Relaciones e interdisciplinariedad entre ciencia e imagen

"Las formas en que hablamos de los objetos científicos no están simplemente determinadas por la evidencia empírica sino que, más bien, influyen activamente en el tipo de evidencia que buscamos y en cómo se conduce una investigación", afirmaba Evelyn Fox Keller (2002, 17) al abordar desde la filosofía de la Ciencia, el examen de los discursos científicos en Biología. Y cita la función de las metáforas —por ejemplo, las metáforas científicas en torno a la electricidad como 'corriente', al átomo como un 'sistema solar en miniatura', al cuerpo humano como una máquina, al cerebro como una especie de ordenador, etc. (cfr. Cuadro 4) — y su extraordinario poder de evocación a través de las imágenes que las ilustran.

En *Metáforas de la vida cotidiana*, lingüistas como George Lakoff y Mark Johnson (1995) analizaron cómo las metáforas que usamos habitualmente modelan nuestra percepción, nuestro pensamiento y nuestras acciones, pero de forma holísticamente organizada en lo que ellos denominan "marcos" cognitivos. Georges Lakoff escribe: "Los marcos son estructuras mentales que conforman nuestro modo de ver el mundo. Como consecuencia de ello, conforman las metas que nos proponemos, los planes que hacemos, nuestra manera de actuar y aquello que cuenta como el resultado bueno o malo de nuestras acciones" de forma que un cambio de marco es un cambio social (Lakoff, G. 2007, 4). En este sentido añade:

> *"Los marcos de referencia no pueden verse ni oírse. Forman parte de lo que los científicos cognitivos llaman el «inconsciente cognitivo» — estructuras de nuestro cerebro a las que no podemos acceder conscientemente, pero que conocemos por sus consecuencias: nuestro modo de razonar y lo que se entiende por sentido común. También conocemos los marcos a través del lenguaje. Todas las palabras se definen en relación a marcos conceptuales. Cuando se oye una palabra, se activa en el cerebro su marco (o su colección de marcos). Cambiar de marco es cambiar el modo*

> *que tiene la gente de ver el mundo. Es cambiar lo que se entiende por sentido común. Puesto que el lenguaje activa los marcos, los nuevos marcos requieren un nuevo lenguaje. Pensar de modo diferente requiere hablar de modo diferente"*
>
> *(Lakoff, G. 2007, 4).*

Otro ejemplo revelador de marcos cognitivos, pero esta vez en el dominio de la práctica científica, es el uso de lenguaje bélico en la descripción del cáncer. Susan Sontag en *La enfermedad y sus metáforas* (2008, 31) escribe:

> *"Cuando se habla del cáncer, las metáforas maestras provienen del vocabulario de la guerra: no hay médico ni paciente atento que no sea versado en esta terminología militar o que por lo menos no la conozca. Las células cancerosas se multiplican y vasta: 'invaden'. Como dice cierto manual, "los tumores malignos, aun cuando crecen lentamente, 'invaden'. A partir del tumor original, las células cancerosas 'colonizan' zonas remotas del cuerpo empezando por implantar diminutas avanzadas ('micrometástasis') cuya existencia es puramente teórica pues no pueden detectarse. Las 'defensas' del organismo no son casi lo bastante vigorosas para eliminar un tumor que ha creado su propio abastecimiento sanguíneo y que está constituido por miles de millones de células destructivas. (….) También el tratamiento sabe a ejército. La radioterapia usa las metáforas de la guerra aérea: se 'bombardea' al paciente con rayos tóxicos. Y la quimioterapia es una guerra química en la que se utilizan venenos. El tratamiento apunta a 'matar' las células cancerosas (dentro de lo posible sin matar al paciente)"*

Y más adelante Sontag añade:

> *"La metáfora militar apareció en la medicina hacia 1880, cuando se identificaron las bacterias como agentes patógenos. Se decía que las bacterias 'invadían' el cuerpo o que se infiltraban en él. Pero el modo con que hoy se menciona el asedio y la guerra hablando del cáncer es de una exactitud literal y de una autoridad sorprendente" (Ibídem).*

Ejemplos de marcos discursivos como estos, se pueden encontrar en todas las prácticas científicas y en el Cuadro 4 se citan los más populares. En todas las disciplinas los individuos que las ejercen, las instituciones que las cobijan, los equipos que las revisan y desarrollan, tienen que recurrir a la redacción de discursos que haciendo uso de las llamadas *lenguas naturales* (hoy día el inglés es hegemónica) glosan y explican, comentan y defienden los textos y expresiones propios de los *lenguajes artificiales* construidos por el

saber hacer de la actividad científica[1]. Y en esta tarea, la ciencia y los científicos utilizan marcos narrativos y metáforas[2] que tanto en la creación científica, como en la difusión de sus resultados, se expresan por discursos cuyos procesamientos icónicos y metafóricos sirven a darle cauce a sus pensamientos de modo que unas veces las metáforas preceden a las imágenes gráficas y otras son éstas las que anteceden a las metáforas. El mérito de Lakoff y los lingüistas cognitivos es haber propuesto el concepto de "marco" para encontrarle un sentido global de anticipación y de concierto social en la generación de discursos posibles. El problema es cuando, debido a su reiterado uso, estas metáforas se vuelven invisibles, naturales. "Con el paso del tiempo, olvidamos su origen metafórico y queda así el concepto fosilizado y endurecido", advierte Emmanuel Lizcano (2015) que citando a D. Sperber (1978) afirma que lo simbólico no es tanto un repertorio de objetos singulares, que serían los símbolos, como un dispositivo de conocimiento que actúa cuando el dispositivo conceptualizador fracasa o resulta insatisfactorio. "El dispositivo simbólico, añade, no actúa así sobre unos símbolos predefinidos, a los que interpretaría según la ocasión, sino sobre problemas o situaciones -del género que sean-, para los que no hay conceptos elaborados, para los que el repertorio semántico de una lengua no dispone de términos. Se trata, por tanto, de un dispositivo para la construcción de nuevos significados" (Lizcano, E. 2015, 9-10 de 44, Cap. 1 (II)). Y trae a colación este ejemplo:

> *"Así por ejemplo, ante el intento de pensar conceptualmente un olor (…) nuestra cultura carece de expresiones adecuadas. Al tratarse de una cultura fundamentalmente óptica, toda la riqueza conceptual desarrollada para los colores y las formas no admite parangón con la escasa enciclopedia semántica elaborada por ejemplo para las sensaciones táctiles, y no posee ni un solo término específico para el campo de los olores. Si pese a ello, insistimos en pensar ese olor y conceptualizarlo, se produce en nuestra mente un doble movimiento, a la vez afectivo, social e intelectual. Primero un movimiento de focalización, en una imagen, sensación o concepto próximo (…) que funciona como correlato analógico del olor (como término que se quiere pensar). Segundo una cascada de evocaciones y connotaciones convocadas por el poder atractor de aquel foco (…) sobre el cual vienen a precipitar o condensarse, contribuyendo a darle forma y definición. Así un cierto olor a incienso acaso nos traiga la imagen de una iglesia, sobre la cual precipitarán toda una serie de*

[1] Los l*enguajes artificiales* y *formales* suponen, frente a las lenguas naturales, una creación consciente, metódica, regida por convenciones arbitrarias y establecidas por los especialistas en las prácticas científicas o técnicas y cuyo aprendizaje es deliberado y planificado con el propósito de evitar errores de procedimiento en el uso de expresiones.

[2] *Metáfora*, del griego μεταφορά procedente del verbo μεταφερειν que significa "llevar o trasladar a otra parte" fue definida por Aristóteles como transferencia del nombre de una cosa a otra; del género a la especie; de la especie al género, o según analogía" tomando como base que las cosas permanecen y es el lenguaje el que cambia. Pero resulta ya hoy aceptado que en la evolución de ambos sus transformaciones son recíprocas.

> *recuerdos y asociaciones, de modo que esa iglesia funcionará como símbolo de aquel olor…"*

Y remata Lizcano escribiendo más adelante:

> *"La actividad metafórica y simbolizante es por tanto un mecanismo de resolución de problemas. En cuanto mecanismo es universal, y se activa por igual en el hombre de la calle ante el problema de conceptualizar un olor que en el físico teórico que se enfrenta a la "materia oscura". Pero la particular solución que cada individuo o grupo arbitre para el problema inicial resulta* socialmente cargada *con esa tupida red de adherencias evocativas y connotativas que se han condensado en el símbolo y que provienen tanto de la experiencia, creencias y expectativas personales del sujeto de la interrogación, como de la experiencia". (Ibidem).*

Veamos aquí ejemplos de metáforas célebres en ciencia y sus símbolos icónicos.

Cuadro 4. Algunas metáforas que han hecho historia en la ciencia y sus iconos simbólicos.

CONCEPTO	METÁFORA Y COLECCIÓN DE IMÁGENES EN GOOGLE
Electricidad	***Corriente*** Colección de imágenes que brinda Google: "Corriente"
Átomo	***Sistema solar en miniatura*** Colección de imágenes brindadas por Google: "Sistema Solar"
Naturaleza	***Libro escrito en lenguaje matemático*** Colección de imágenes brindadas por Google: "Lenguaje matemático de la naturaleza"
Cerebro	***Ordenador humano*** Colección de imágenes en Google: "Ordenador humano"
Mente	***Software del cerebro*** Colección de imágenes en Google para la metáfora de "Software del cerebro"
Genoma	***Código, mapa, libro de instrucciones*** Colección de imágenes en Google: "Libro de instrucciones, mapa, código genético"
Internet	***Autopista de información*** Colección de imágenes en Google para la metáfora de "Autopista de la información"
Mitocondrias	***Centrales energéticas celulares*** Colección de imágenes en Google para la metáfora de "Centrales energéticas celulares"
Sistema inmunitario	***Ejército de defensa*** Colección de imágenes en Google para la metáfora de "Ejército de defensa inmunitaria"
Virus	***Enemigo invasor*** Colección de imágenes en Google para la metáfora de "Enemigo invasor"
Cuerpo	***Sociedad de células, máquina*** Colección de imágenes en Google para la metáfora de "Sociedad de células"
Corazón	***Bomba de sangre*** Colección de imágenes en Google para la metáfora de "Bomba de sangre"
Sistema nervioso	***Red eléctrica*** Colección de imágenes en Google para la metáfora de "Red eléctrica"
Tierra	***Organismo vivo*** Colección de imágenes en Google para la metáfora de "Tierra, organismo vivo"

Partículas elementales	***Ladrillos de la materia*** Colección de imágenes en Google para la metáfora de "Partículas, ladrillos de la materia"
Espacio-tiempo	***Tejido del cosmos*** Colección de imágenes en Google para la metáfora de "Tejido del cosmos"
Bosón de Higgs	***Partícula divina*** Colección de imágenes en Google para la metáfora de "Bosón, Partícula divina"

Fuente: elaboración propia a partir de Federico Kukso, en SINC, Servicio de Información y Noticias Científicas, en http://www.agenciasinc.es/Reportajes/La-nueva-revolucion-genomica-de-CRISPR-hace-florecer-las-metaforas.

A la vista de estos ejemplos de metáforas célebres en la práctica científica, se puede plantear si éstas unas veces preceden a las imágenes gráficas y otras son éstas las que anteceden a las metáforas. El lector puede proceder a cotejarlo a partir del repertorio de conceptos y metáforas que corresponden a cada fila de la tabla que aparece en el Cuadro 4, haciendo clic a continuación sobre el repertorio de imágenes que Google brinda en su buscador para las metáforas reseñadas en las casillas correspondientes.

Una propuesta para examinar la dialéctica entre *iconicidad, enmarcación* y *metáforas visuales* en la ciencia.

Tomando en consideración las reflexiones expuestas hasta aquí, hay una propuesta a ser formulada para poder diagnosticar cómo se equilibra dialécticamente el curso de logros y fracasos y de anticipaciones entre acción social, comunicación y conocimiento a ser compartidos tanto en los procesos de aprendizaje y creación de procedimientos en la investigación científica, como en la trasmisión de resultados científicos destinados bien a hacerse merecer reconocimiento y legitimidad de las comunidades de investigadores (congresos, revistas científicas, simposios y seminarios, etc.), bien a incrementar la notoriedad mediática de los avances científicos y sus aplicaciones para el progreso humano.

Tras haber planteado inicialmente sendos contextos de la expresión y la revisión del "saber hacer" según los patrones culturales del Mito y de la Ciencia, ha sido examinado y comentado el juego de variables que algunos autores (Moles, Costa, Estivals) proponen para establecer criterios al objeto de comparar cómo se articulan y evolucionan estructuras de *estimulación sensorial* (formas perceptivas) y *estructuras de registro* (memoria) que se equilibran genéticamente estableciendo anticipaciones que pueden cumplirse o no, si colectivamente llegan a ser compartidas por la circulación de

expresiones hecha posible por interacciones comunicativas. Tras el examen, después, de la elaboración de escalas alternativas de *iconicidad*, se ha fijado la atención sobre los *marcos cognitivos* en función de los cuales se construyen los discursos susceptibles de brindarle concertación social a la producción y reproducción de articulaciones entre estructuras de estimulación sensorial (formas perceptivas) y estructuras de registro (memoria) a ser compartidas. Y finalmente se ha reparado en los mecanismos que generan la creación y transformación de los conceptos científicos que, como sostiene Lizcano (2015, 5/6 de 98, op. cit.) son conceptos *metafóricos*. Y a este propósito, Lizcano escribe:

"Los conceptos científicos no nacen ya armados, como Atenea de la cabeza de Zeus, sino que lo hacen de ese hervidero de metáforas latentes que es el imaginario social. Y ningún científico ni pseudofilósofo puede reclamar como propiedad corporativa lo que tomó del acervo lingüístico común –aunque lo ignore- y a ese acervo sigue perteneciendo".

Así pues, se podría concluir que tanto en los procesos de aprendizaje y creación de procedimientos en la investigación científica, como en la trasmisión de resultados científicos destinados bien a hacerse merecer reconocimiento y legitimidad de las comunidades de investigadores (congresos, revistas científicas, simposios y seminarios, etc.), bien a incrementar la notoriedad mediática de los avances científicos y sus aplicaciones para el progreso humano, es imprescindible reparar en la naturaleza de la circulación de expresiones audiovisuales y que en esa circulación de expresiones audiovisuales intervienen alternativas de *iconicidad*, el recurso a *marcos cognitivos* previos y el repertorio de *metáforas* que le proporcionan una cierta ergonomía a la reproducción social de discursos científicos.

Ahora bien, conviene reparar que no toda circulación de expresiones reproduce interacciones comunicativas[3], si bien no es posible interacción comunicativa alguna sin intercambio de expresiones adecuadamente regulado por códigos de *significación* compartidos y más o menos satisfactoriamente usados conforme a objetivos que los interlocutores persiguen de forma más o menos transparente. Brevemente, si hay comunicación hay interacción social -ya sea anticipada, ejecutada, o una consecuencia-, pero no toda interacción social es comunicación, sino sólo aquella que para ser ejecutada requiere del intercambio de expresiones adecuadamente regulado por códigos de significación compartidos y más o menos satisfactoriamente usados al tratar las expresiones. Si existe pues intercambio comunicativo de expresiones, existe también la interacción social que se ejecuta, la que precede condicionando su desarrollo, y también la

[3] Por ejemplo, un operador en el transporte de señales, un repartidor de correo, un transportista de libros, etc., prestan servicio a esa circulación de expresiones (mensajes electrónicos, cartas, volúmenes impresos, etc.) pero no usan tales expresiones participando en la interacción social que los interlocutores establecen por ese intercambio al que ellos contribuyen prestando un servicio remunerado.

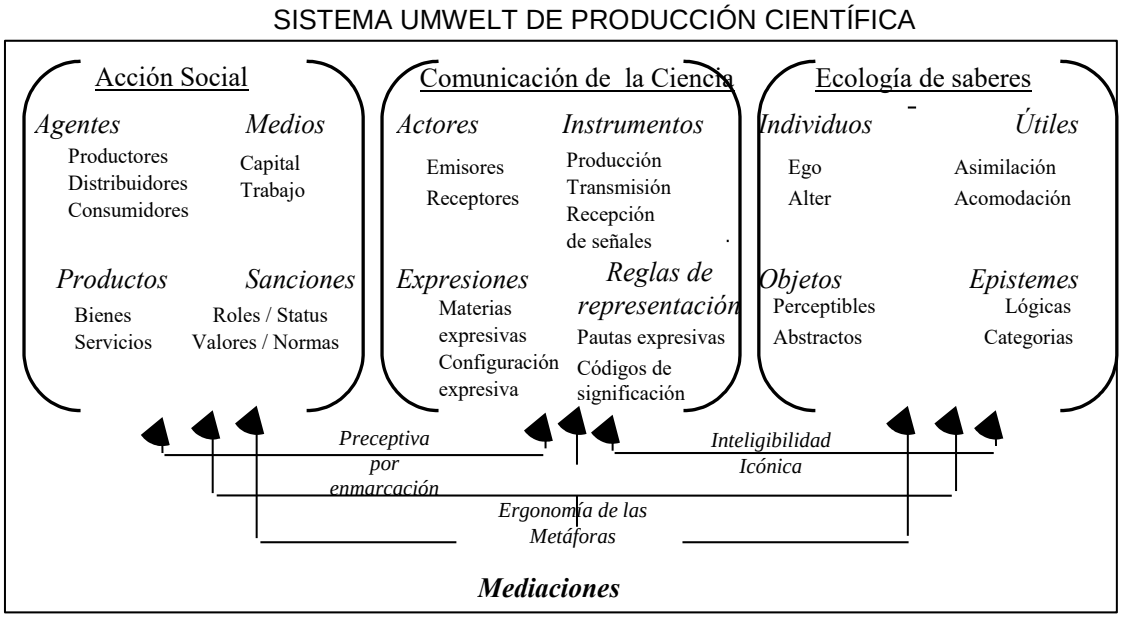
que es consiguiente al desarrollo de los objetivos pretendidos con la comunicación. Pero si hay comunicación, hay también una actividad cognitiva, vinculada a las destrezas y registros de apropiación ecológica del entorno por parte de los individuos en el manejo de códigos, sin la cual aquella interacción fracasará. Por todo esto conviene reiterar el juego de condiciones y variables que confluyen en las interacciones comunicativas, como se resume en el Cuadro 5, a menudo citado y comentado (Cfr. Piñuel, J.L. y Lozano, C, 2006). Todas las dimensiones aquí citadas atañen simultánea o sucesivamente, primero, a las situaciones en que se encuentran los ejecutantes de cualquier interacción en que la comunicación se hace presente; segundo, a los recursos materiales o herramientas que la hacen posible; tercero, a las entidades materiales o producciones que por la interacción se intercambian; y cuarto, a las reglas de orden por las que la interacción se reproduce y no se desorganiza. Así pues, *ejecutantes*, *herramientas*, *producciones* y *orden* se consideran las constantes en cualquier situación de interacción a la que remiten, tanto la transmisión de mensajes en la comunicación humana, como el capital cognitivo que regula el comportamiento entre sujetos frente al entorno, como en fin las relaciones sociales.

En esta ocasión, la propuesta teórica apunta a tomar en consideración estas constantes al plantear las relaciones entre *iconicidad*, *enmarcación* y *metáforas* visuales en la ciencia. Y el estudio de estas relaciones puede concebirse en los términos que postula el MDCS o modelo de la Mediación Dialéctica de la Comunicación Social (Cfr. Piñuel, JL, y Lozano, C, 2006) que concibe las relaciones entre los sistemas y sus componentes, al interior de un entorno (denominado *Sistema Umwelt*) y que se corresponde con las prácticas científicas a la escala que se establezca para el análisis: ya sea a pequeña o a gran escala contemplando los procesos de aprendizaje y creación de procedimientos en la investigación científica, o la trasmisión de resultados científicos. El Cuadro 6 representa el modelo estructural, sin especificar la escala del *Umwelt*, y el Gráfico 1 ofrece la representación diacrónica de las relaciones entre los sistemas, considerando la evolución histórica, que luego se ilustra con un ejemplo (Gráfico 2).

Cuadro 5. Constantes de interacción y variables comunicativas, ecológicas y sociales

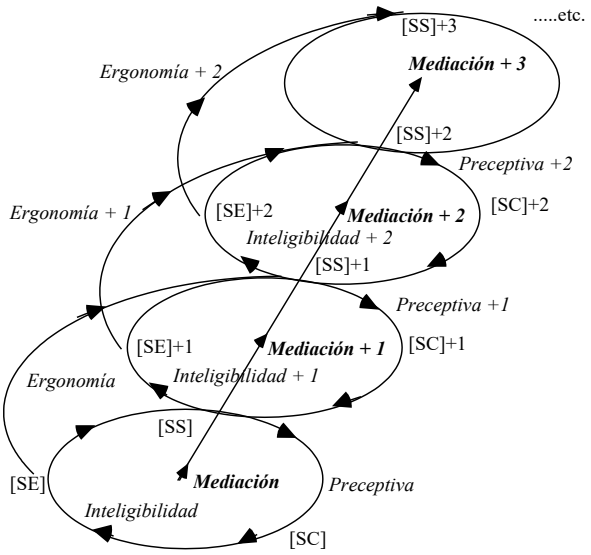
Situaciones de Interacción	**Sistema Comunicación [SC]**	**Sistema Ecológico [SE]**	**Sistema Social [SS]**
Ejecutantes	*Actores* Emisores Receptores	*Sujetos* Ego Alter	*Agentes* Productores Distribuidores Consumidores
Herramientas	*Instrumentos* Productores de señales Distribuidores de señales Receptores de señales	*Útiles* Asimilación Acomodación	*Medios* Capital Trabajo
Producciones	*Expresiones (Mensajes)* Materias Expresivas Configuraciones expresivas	*Objetos* Perceptibles Abstractos	*Productos* Mercancías Bienes Servicios
Orden	*Lenguajes (o Códigos)* Patrones expresivos Códigos de significación	*Epistemes* Lógicas Categorías	*Sanciones* Roles/Status Valores/Normas

Cuadro 6: Modelo estructural de las Mediaciones, según el MDCS



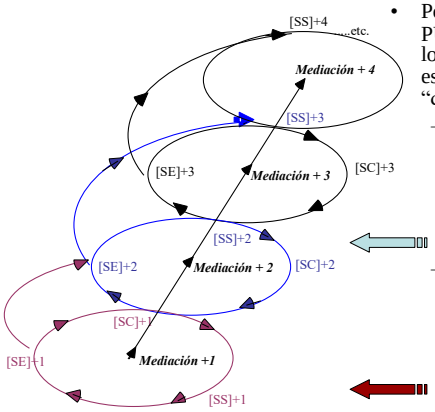
Según este cuadro, donde se citan todos y cada uno de los componentes de cada sistema de interacción o intercambio que hemos denominado de *Acción Social* si se intercambian *bienes* o *servicios*, de *Comunicación* si el intercambio es de *expresiones*, y de *Ecología de Saberes* si el intercambio es de *objetos de conocimiento*, se representan esquemáticamente, en primer lugar, las relaciones dos a dos entre los sistemas, asignándole un término procedente de la tradición en Ciencias Humanas. Así, el ajuste entre la *acción social* [SS], y el *intercambio comunicativo* de mensajes [SC], da lugar a lo que denominamos *Preceptiva por enmarcación*, pues todo marco cognitivo (Lakoff 2007) es un ordenamiento social de valores y/o normas que se expresa mediante enunciados y/o relatos; el ajuste entre el *intercambio comunicativo* [SC] de expresiones, y la *ecología de saberes* en la apropiación del entorno [SE], da lugar a la *Inteligibilidad* de los discursos que sostienen la *iconicidad*, como ha sido anteriormente comentado; finalmente, el ajuste entre la *acción social*, y la *ecología de saberes* en la apropiación del entorno, da lugar a lo que hemos denominado *Ergonomía de las Metáforas*, destinada a facilitar la adecuación entre los procesos del sistema social de producción científica y los condicionamientos psico-biológicos derivados de las capacidades y destrezas de los sujetos humanos resolviendo problemas. Y en el Gráfico 1, se muestra la perspectiva diacrónica, considerando diferentes estados del híper sistema *Umwelt* (y de cada uno de los sistemas que lo componen) y examinando su evolución a lo largo de la historia. Para representar gráficamente la evolución histórica conjunta de los sistemas de comunicación [SC], social [SS] y ecológico [SE], se emplea el recurso figurativo de una espiral. La espiral, como se sabe, posee la paradójica propiedad de compatibilizar reproducción y cambio, ya que a pesar del carácter cíclico de la expansión espacial de la curva, ésta nunca vuelve a pasar por un mismo punto. La representación del modelo de la MDCS haciendo uso de espirales, debe suponerse proyectada en un espacio tridimensional. El Gráfico 1 muestra un tramo determinado de la historia de *Umwelt*, es decir, del orden de las mediaciones entre sistemas, que en realidad se traduciría en una espiral irregular (de evolución no regulada por una razón matemática constante) y que si en este gráfico presentamos como "regular", es al objeto de ilustrar la idea de que el cambio de cada sistema se encuentra mediado por los sistemas restantes y a su vez opera como mediador del cambio histórico de dichos sistemas.

Gráfico 1: Esquema de la evolución diacrónica de las mediaciones entre Inteligibilidad icónica, Preceptiva por enmarcación y Ergonomía de las metáforas visuales en la ciencia.



Para ilustrar con un ejemplo cómo los cambios ínter sistémicos se reproducen secuencialmente en el tiempo, podemos examinar ciertas rutinas en los procesos para lograr compartir el "saber hacer" de la creación científica, pues existen socioesquemas que permiten descubrirlos. En el Gráfico 2 se comparan sendos formatos de comunicación científica fácilmente identificables: el formato de la *Publicación* de artículos en revistas y o congresos y el formato de información mediática de la *Divulgación* científica.

Gráfico 2: Formulación gráfica del modelo diacrónico de la MDCS: ejemplos



- Por ejemplo, si comparamos PUBLICACIÓN y DIVULGACIÓN CIENTÍFICAS los socioesquemas de género permiten establecer, según nuestro Modelo, "dominios de realidad" diferentes:
  - PUBLICACIÓN: elegir resultados de investigación disponibles y replicables en laboratorio (SS)(2) y enviar un texto a publicar (SC)(2), que puede satisfacer exigencias de valoración científica por pares (SE)(2) y ser socialmente reconocido O sea:
    - [SS](2) : [SC](2)→[SE](2)→[SS](3)
  - DIVULGACIÓN: plantear y ver solucionado un problema (SE)(1), según relato de reportaje mediático (SC)(1), gracias al patrocinio de promotores científicos (SS)(1), y aprender (SE)(2). O sea:
    - [SE](1) : [SC](1)→[SS](1)→[SE](2)

En este Gráfico 2, hemos resaltado en color y con flechas desde el texto que explica las formulaciones, las trayectorias de la espiral que se corresponden con cada formato. En el primer caso, la interacción comunicativa a que sirve la *Publicación* de resultados de investigación científica en un órgano institucionalizado, ajustado a la valoración por pares, reviste de reconocimiento y legitimidad social a la producción científica realizada; por consiguiente, la iniciativa de recurrir a la comunicación científica mediante una *Publicación* en órgano especializado para ello, surge de una *preceptiva* cuyo enmarcado compromete a toda producción social (SS) de investigación, obligada a lograr que un órgano de comunicación científica (SC) lo valore y lo edite conforme a pautas de *inteligibilidad* (SE) estandarizadas para ello, y como consecuencia se reproduzca la legitimidad social de la producción científica, a partir de cuyo momento histórico (no antes), podrá producirse una reafirmación o bien un cambio en la *ergonomía* de los saberes que, en los aspectos que nos preocupan aquí, dará lugar a nuevas o reiteradas metáforas socialmente asumidas. Más tarde, los Medios de Comunicación lo relatarán (SC) a condición de que su *Divulgación* brinde a sus audiencias una oportunidad de ver solucionado, o *inteligible*, algún problema (SE) que, mediando con frecuencia (SS) un interés derivado de valores dictados (*preceptiva*) por ciertos marcos cognitivos, redunde en beneficio del progreso *ergonómico* del capital cultural de saberes.

Resumiendo, una vez definidas y comentadas las formulaciones que, extraídas del modelo teórico de la MDCS (Mediación Dialéctica de la Comunicación Social), nos pueden permitir acercarnos al análisis y diagnóstico de las relaciones entre *Iconicidad*, *enmarcación* y *metáforas* en los discursos de las Praxis históricas de la creación científica, el examen realizado puede servir en primer lugar para "descubrir el juego" de los participantes que, por supuesto, saben ya jugar, pero que sin embargo lo hacen (lo hacemos todos) de manera inconsciente, sin advertir lo que está detrás del juego en nuestras rutinas diarias como científicos; y en segundo lugar, para el diagnóstico y la intervención, descubriendo las tendencias a que apuntan procesos concretos en los momentos históricos examinados y sabiendo actuar para poder cambiarlos disminuyendo resistencias.

Bibliografía de autores citados

Costa, J. (2003) *La Esquemática. Visualizar la información*. Barcelona. Paidós

Estivals, R. (2002) *Le Schématisme,* Noyers-sur-Serein. Société de schématologie et de bibliologie.

Lakoff, G. (2007) *No pienses en un elefante. Lenguaje y debate político*. Madrid. Editorial Complutense. S.A.

Lakoff., G. y Jonhnson, M. (1995) *Metáforas de la vida cotidiana*. Madrid. Cátedra.

Lizcano, E. (2015) "La metáfora como analizador social", en Castro Nogueira, L, et al. (2015), *Metodología de las ciencias sociales. Una introducciónn crítica*. Madrid, Tecnos. 3ª edición.

Martín Serrano, M., J. L. Piñuel, J. Gracia y M. A. Arias. *Epistemología de la Comunicación y análisis de la referencia*. Madrid. A. Corazón

Moles, A. (1978) *Sociodimánica de la cultura*, Buenos Aires, Paidós.

---------- (1981) *L'image: Communication fonctionnelle.* París, Casterman

Piaget, J. (1985): *Psicología y Epistemología*, Barcelona Planeta-Agostini.

Piñuel Raigada, J.L. y Lozano Ascencio, C. (2006) *Ensayo general sobre la comunicación*. Barcelona. Paidós. Papeles de Comunicación 47

Sontag, S. (2008) *La enfermedad y sus metáforas*. Barcelona, Penguin Random House. Epub Debolsillo 2011.

Sperber, D. (1978) *El simbolismo en general*. Barcelona, Anthropos.

El artículo audiovisual para la difusión científica

Francisco García García

Catedrático de Ciencias de la Información, Rama Imagen Visual y Auditiva 1982, Universidad Complutense de Madrid

María Jesús Rosado Millán

Presidenta de la Fundación iS+D
para la Investigación Social Avanzada

Introducción

La primera forma de transmisión del conocimiento fue oral. Esta modalidad tenía la ventaja de que el emisor lo expresa directamente ya que el conocimiento viaja con el. Pero tiene la desventaja de que la voz, hasta que no aparecieron las grabaciones sonoras, no deja huella perceptible y requiere una gran fidelidad de la memoria para que no se produzcan variabilidades del mensaje original, que aumenta con la participación de nuevos receptores cuando se convierten en emisores.

La invención de la escritura da lugar a la permanencia del soporte, además de permitir la distancia espacial y temporal entre emisor y receptor. Las características de la escritura están muy relacionadas con el tipo de soporte:

- Los soportes voluminosos, pesados o deteriorables fijan un lugar determinado donde se accede a su lectura y pierde la posibilidad de su portabilidad a otro lugar, lo que exige necesariamente que sea el lector el que tenga que hacer el viaje. Por otra parte, se caracterizan por la perdurabilidad y la poca manipulación que aumentan la validez y fiabilidad del soporte, y por tanto, la confiabilidad del lector, lo que los hace más inflexibles. Por otro lado, se trata de productos únicos.
- Las tablillas de arcilla, ganaron flexibilidad lo que hizo posible su reproducción, pero perdieron consistencia y, por tanto, durabilidad. Estas características se acrecentaron en las tablillas recubiertas de cera, ya que añadieron una nueva: podían ser reutilizables al permitir el borrado, pero que, a su vez, dejaban la huella de escrituras anteriores, dando origen a lo que se llamó “palimpsestos”.

- El papiro en soporte vegetal, asociado en su uso a los pergaminos cuyo soporte era piel animal, es de una mayor flexibilidad manual, aumenta su portabilidad y facilita la escritura de una forma más rápida, así como la policromía. Su reproductibilidad en copias era manual. De ahí la figura del copista, cuya función continuaría durante un tiempo, con la aparición del papel.

- El papel, soporte vegetal al igual que el papiro, era de más fácil producción, más ligero y flexible. Su mayor facilidad reproductiva llevó a la invención de la imprenta, que permitió la multiplicación de un solo original hasta un número de copias y ediciones a gran escala. Este hecho supuso la primera gran democratización del saber. El hecho de la existencia de muchas copias, garantizó la permanencia de los textos, aunque cada ejemplar por separado, fuera más fácilmente destructible. Así, en su individualidad y en su especie, se facilitaba la existencia de los textos.

- Estos soportes solo son responsables de su escritura no gozando de la palimpsestación, hasta la llegada del lápiz y la goma de borrar y los líquidos correctores.

- El soporte digital, se caracteriza por la máxima flexibilidad, un número tendente al infinito de copias, la rapidez tanto reproductiva como de accesibilidad, pero adolece de la consistencia de los soportes anteriores, al ser fácilmente destructible. Una solución para este problema viene de la mano de lo que se conoce como "la nube". Esta solución tiene sus inconvenientes. Entre otro, la posible pérdida de intimidad y derechos de autoría.

- Las imágenes han seguido una evolución similar a la de la escritura. Pero mientras que lo verbal queda afectado en su construcción semántica por la arbitrariedad de la lengua, las imágenes quedan definidas por su carácter de icono, es decir, semejanza o analogía con lo real representado. Por su carácter de índice, es decir, por su epifanía y testimonio de lo real, o por su simbolismo.

La forma de difusión de la ciencia ha variado a lo largo de su historia. Se puede decir que comenzó en el siglo XVII en las academias en las que se reunían los investigadores de la época. La Accademia dei Lincei de 1603, y la Accademia del Cimento de 1657, fueron las primeras. Con la Royal Society londinense fundada en 1662 y la Acadèmie des Sciences de París, fundada en 1666 se puede afirmar que culmina la Revolución Científica y la ciencia se transforma en una institución organizada (Riol Cimas y López Angulo, 2009). El objetivo de estas academias era, según Endrizzi Sabbatini (1999), facilitar los nuevos descubrimientos de forma más directa de lo que se venía haciendo a través de los libros.

No obstante, la difusión científica fue una actividad marginal hasta el siglo XX que obedecía a las vocaciones de determinados individuos e instituciones específicas (Polino, 2016).

Esta forma de compartir el conocimiento científico adoptaría, a partir de entonces, dos modalidades: los congresos o encuentros científicos, lugar de reunión en la que se exponen los avances científicos; y las revistas que sustituyen a las cartas y documentos que se intercambiaban los científicos del siglo XVII, y en cierta medida, a los libros también. Los libros tenían la desventaja de que requerían más tiempo de realización y eran menos flexibles para la incorporación de nuevas aportaciones que se iban descubriendo día a día. Además, las revistas permitían una mayor sistematización de sus contenidos conforme al método de Bacon lo que las hacía más atractivas que las cartas (Patalano, 2005).

Las primeras revistas científicas surgieron de la mano de las nuevas academías científicas recién creadas: la Philosophical Transactions de la Royal Society de Londres, y el "Journal de Sçavans" de la Acadèmie des Sciences de París (Mendoza y Paravic, 2006).

El artículo de investigación comenzaría más tarde, a medida que los resúmenes resultaban demasiado cortos en la comunicación científica. Posteriormente, la publicación de estos artículos sería sometida a un proceso de revisión, siendo Philosophical Transactions la primera revista que incorporó en 1752 el comité revisor para determinar si los artículos que recibían merecían ser publicados.

Con más de tres siglos de antigüedad, las publicaciones científicas formales continúan considerándose como los eslabones básicos en el proceso de transferencia y difusión de la ciencia y un instrumento privilegiado para la comunicación entre investigadores (Guedon, 2000, Ríos, 2000, López y Cordero, 2005).

En la actualidad, la Revolución Digital está introduciendo cambios importantes en las publicaciones tal y como se las conocía. Las publicaciones en papels han dado paso a las digitales, y la comunicación se ha hecho más fluida y universal, lo que afecta al control que las editoriales estaban ejerciendo sobre los resultados de la investigación. *Si bien la industria de publicaciones académicas recibe su impulso de la necesidad de los científicos y académicos de "publicar o perecer", el control del sistema está cada vez más en manos de las empresas editoriales* (Russell, 2001, p. 2).

Sin embargo, esta Revolución que está afectando a las publicaciones científicas, está repercutiendo sobre todo en su distribución y acceso, pero no afecta al contenido de lo publicado y su formato más extendido: el artículo escrito. Es cierto que la escritura fue la primera forma de perpetuación espacial y temporal del conocimiento, pero las imágenes siempre han ido de la mano de las letras en una labor de complementariedad mutua. La

llegada de las imágenes en movimiento supuso un paso de avance en la comunicación que incorporaba la universalidad, atemporalidad y espacialidad de las letras, a lo que añade la oralidad de la que, tanto escritura como imágenes, adolecen. Sin embargo, la difusión del conocimiento a través de la "película" de cine no ha impregnado el mundo científico, tal vez porque es un mundo muy celoso de sus tradiciones. Esta dualidad entre la noción de descubrimiento inherente a la ciencia, y la preservación de las tradiciones en la manera de hacer y difundir, forma parte de las contradicciones humanas a las que no escapan quienes se dedican a la investigación.

Es más, al centrarse solo en la escritura hay valores que se pierden y que son de gran importancia, pues con lo verbal y, muy especialmente con la imagen, se ganarían factores de singular trascendencia, como los ya citados icono, índice y símbolo.

Por otra parte, el uso alternativo de la palabra oral y de la imagen, facilita la accesibilidad inclusiva y no inclusiva al conocimiento científico, al mismo tiempo que su democratización.

Este artículo se centra en la difusión del conocimiento científico a través del cine, incorporando una nuevo concepto: "el artículo científico cinematográfico".

Qué es lo importante para difundir la ciencia

Luis Gustavo Celis considera que el comienzo de la internacionalización del conocimiento científico fue posible a raíz de la publicación de Torstein Jahr y Adam Julius Strohm de una relación de 336 obras, además de promover el carácter internacional de la ciencia y la necesidad de los científicos de intercambiar información (Celis, 2013).

La difusión científica tiene una finalidad principal: la puesta a disposición de la sociedad de los descubrimientos que la ciencia va efectuando. Para que esa difusión, a la que la academia se suele referir como divulgación, llegue en buenas condiciones hace falta:

- Un control de lo que se difunde
- Un medio a través del cual se difunda

Control del contenido

Este control se ejerce primordialmente a través de la propia comunidad científica, siendo el método tradicional y más extendido la "revisión por pares". *La revisión por pares es un método complejo y riguroso de gran importancia que se ha usado para validar trabajos científicos escritos por un grupo de expertos* (Ladrón de Guevara Cervera, Hincapié,

Jackman, Herrera, & Caballero Uribe, 2008, p. 259). Establecen cinco apartados a tener en cuenta en la revisión por pares:

- Definición: requisitos, revisores y criterios de evaluación
- Formas: simple-ciega, doble ciega y abierta
- Criterios de elección del revisor: conocimiento del tema, imparcialidad, innovación, investigación y responsabilidad.
- Base del procedimiento de revisión por pares: presentación del artículo, selección revisores, remisión del artículo, evaluación y resultado
- Normas básicas de redacción: claridad, precisión y brevedad.

Este sistema de evaluación se generalizó ampliamente sólo en el siglo XX y aunque existen otros tipos de evaluación en la industria del libro, la revisión de pares (peer review) quedó ligada a las revistas desde que éstas se consolidaron como vehículo principal en la difusión de la ciencia. (Mendoza y Paravic, 2005).

Se ha hablado mucho de los inconvenientes que este tipo de evaluación conlleva: lentitud, dificultad de reclutar evaluadores, ser una actividad no remunerada, etc. Siendo ciertos estos inconvenientes el principal problema que presenta la revisión por pares radica en la subjetividad de quienes evalúan. Todo sujeto es poseedor de una serie de valores, creencias y costumbres sociales, y el mundo científico no es ajeno a ello. *Los revisores, pares o iguales, tienden a ser especialmente críticos cuando las conclusiones de los trabajos que revisan, son contrarias a su línea de pensamiento y viceversa* (Prado Arreaza, Velasco Ortuño, Padial González, Sanromán Rodríguez, 2006, p. 3)

Hay autores que incluyen una serie de limitaciones de la revisión por partes como son la no detección del fraude, la parcialidad de los expertos, el sesgo de sus evaluaciones, el grado de notoriedad de los investigadores que predispone a su favor, la dependencia de los intereses económicos de quienes financian la investigación, etc. (Moreno Ceja, Cortés Vera, Zumaya Leal, 2012). Estos mismos autores, citando a King (King, 1987) mencionan una serie de cuestiones que pueden hacer mejorar la evaluación por pares, entre los que incluyen "Directrices claras en los criterios a emplear en la evaluación" o "El uso de indicadores científicos objetivos".

Una cuestión a tener en cuenta es que todo trabajo de evaluación no puede estar en manos de una multiplicidad de personas, que si bien comparten un método de investigación,

pueden discrepar en la importancia y profundidad que se le pueda otorgar a cada una de las fases de dicho proceso. El problema proviene de un sistema de evaluación poco evolucionado en el tiempo que no ha incorporado, a nivel general, las nuevas metodologías de evaluación proveniente del mundo profesional.

Ello hace que los criterios y las categorías en las que se basa la evaluación no están suficientemente definidas y acotadas para evitar los sesgos que los sujetos introducen al evaluar. La dificultad estriba en establecer dichos criterios, algo que podrían hacer las editoriales que publican investigación científica, ya sea en formato tradicional o digital. (Moreno Ceja, Cortés Vera, Zumaya Leal, 2012).

Medio de difusión

Lo más requerido en la comunidad científica es la publicación de artículos en revistas científicas con revisión por pares. Es tan importante este hecho, que las agencias de evaluación de la investigación, incluyen como mérito preferente la publicación en revistas científicas acreditadas dejando de lado otros tipos de formas de difusión de la ciencia.

Este encasillamiento de la difusión científica presenta varios problemas:

1. El primero viene derivado del hecho de la longitud que puede tener un artículo científico y la imposibilidad de introducir en el mismo toda una investigación. Ello lleva a la partición de las investigaciones en partes incluibles en un artículo, con la consiguiente desnaturalización de la investigación en sí. Porque no se trata de investigaciones diferentes, sino de una misma partida como si fuese un rompecabezas y no un descubrimiento. Este hecho afecta especialmente a las ciencias sociales dedicadas a escudriñar fenómenos emergentes que por su propia condición de desconocidos requieren su espacio vital, cuyo encaje estaría mejor en un libro que en cien mil artículos que impiden ver el bosque.

2. Afecta negativamente a otras formas de difusión de la ciencia. Porque no solo se trata de publicaciones. En la era de internet los medios audiovisuales cada vez cobran más importancia. Y es que una imagen sigue valiendo más que mil palabras. Pero es difícil encontrar sistemas de evaluación de la ciencia que pasen por las imágenes como medio de difusión.

No hay nada metodológico que impida difundir la ciencia a través de otros medios de difusión y de otras maneras, sin que por ello se pierda el rigor científico. Teniendo en cuenta que el propósito de difundir la ciencia entre la comunidad científica tiene como

misión hacer posible su reproductibilidad para ver si se llega a resultados similares, así como controlar la bondad del sistema utilizado, la presentación de una investigación se puede hacer a través de diferentes medios.

Estos medios se pueden clasificar de diversas formas, según se tenga en cuenta el soporte que contiene la información, el contenido de esa información, la meta a la que se orientan, etc.

Medios de difusión de la ciencia		
revista anuario serie	Seriadas	Publicaciones
libro folleto	No seriadas	
gráfica fotográfica	Producciones visuales	Medios de comunicación audiovisual
radiofónica musical	Producciones sonoras	
cinematográfica televisiva multimedia	Producciones audiovisuales	
	Artísticas	Exposiciones
	Científicas y tecnológicas	
congresos jornadas seminarios mesas redondas talleres	Congresos	Encuentros científicos
patente modelo de utilidad topografía productos semiconductores diseño industrial	Propiedad Industrial	Propiedad industrial e intelectual

dibujo y modelos industriales		
	Obtenciones Vegetales	
diseños arquitectónicos y de ingeniería gráficos mapas y diseños topográficos programas ordenador bases datos informáticas modelos medición intangibles	Propiedad Intelectual	
Bases de datos sedes web portal biblioteca digital repositorios	Mensajes mediante correo electrónico 5.2 Uso compartido de la red 5.3 Conjunto de páginas hipertextuales 5.4 Mundos virtuales	Internet
	mundos virtuales	

Tabla 1. Medios de difusión de la ciencia.
Fuente: Elaboración propia a partir de Rosado Millán et al. (2007)

La pregunta es muy sencilla ¿cómo existiendo tal cantidad de medios a través de los cuales se puede difundir el conocimiento científico solo se prima la publicación en artículos escritos en revistas de investigación? Si los seres humanos nos comunicamos a través de la palabra, la escritura y los gestos, ¿qué impide presentar los resultados de una investigación en formato de cine? máxime cuando las imágenes en movimiento pueden incluir no solo la palabra y los gestos, sino la escritura también.

La mayoría de los indicadores existentes para la evaluación de la calidad de los medios de difusión de la producción académica y científica se circunscriben a las revistas y, como mucho, a los libros y capítulos de libro. El intento de clasificar y evaluar los diferentes medios de producción y difusión de la ciencia fue realizado por el Área de Evaluación de Profesorado Universitario puesto en marcha por la ya extinguida Agencia de Calidad, Acreditación y Prospectiva de las Universidades de Madrid (ACAP), dependiente de la Comunidad de Madrid, creada en por la Ley 15/2002, de 27 de diciembre.

En los medios de difusión científicos se incluye las producciones audiovisuales: *Son producciones basadas en la transmisión combinada de imágenes y sonidos", entre las que se incluyen la cinematográficas.* ACAP

Criterios de evaluación

La evaluación de la producción académico-científica se desagrega en cuatro dimensiones:

- Criterios de identificación formal.
- Criterios de la gestión y de la política de difusión de los medios considerados.
- Criterios de la calidad de la información difundida.
- Criterios de difusión, visibilidad y uso.

Criterios de Evaluación	
Gestión y política de difusión ● Heterogeneidad órganos gestión de la entidad difusora ● Agilidad de la gestión ● Sistema de selección de la producción ● Normas de reproducción de la obras difundidas ● Sistema de calidad de la gestión	*Identificación formal* ● El medio de difusión ● Responsables del medio ● Producción difundida ● Participantes en la producción
Contenido de la información ● Requisitos mínimos ● Extensión de la producción ● Mecanismos de consulta a los evaluadores de las obras difundidas ● Utilidad de la producción	*Difusión, visibilidad y uso* ● Volumen de producción difundida ● Presencia internacional ● Accesibilidad a la producción ● Facilidad de búsqueda ● Consumo de la producción difundida

Tabla 2. Criterios de evaluación de los medios de difusión científicos.
Fuente: Elaboración propia a partir de Rosado Millán et al. (2007).

Aportaciones del cine para la difusión de la ciencia

Los seres humanos percibimos el mundo que nos rodea a través de los sentidos. Las percepciones de los fenómenos que rodean al ser humano constituyen una información a la que se dota de un significado concreto. Este proceso es el mismo para la producción del conocimiento.

La difusión del conocimiento científico implica un proceso y unos resultados. Las imágenes en movimiento son un medio idóneo para transmitir ambos *Si es cierto que la cultura no puede imaginarse sin la ciencia, no menos cierto es que hoy la ciencia no puede entenderse sin la imagen, estática de la fotografía o en movimiento del cine* (Rodher, 2015).

Esta forma de divulgación de la ciencia no es nueva. El doctor francés Alfrede François Donné (1801–1878), inventó la fotomicrografía de objetos solo observables a través del microscopio que llevaba incorporada una cámara. *Muybridge (1830-1904) fotógrafo e investigador británico, a raíz de una polémica surgida entre aficionados a las carreras de caballos, entre los que defendían que había un momento en el que las cuatro patas se encontraban en el aire, y los que creían lo contrario, ideó un sistema para fotografiar a los caballos cada cierta distancia y así se demostró que tenían razón los que consideraban que los caballos tenían las cuatro patas en el aire durante un momento. Este descubrimiento fue la base del cinematógrafo posterior (Facultad de Diseño y Comunicación de la Universidad de Palermo).*

La difusión científica a través del cine viene de la mano de la medicina. El cirujano francés Eugène-Louis Doyen (1859–1916), apasionado de la fotografía y el cine, filma la intervención quirúrgica de separación de gemelas, cuestión por la que tuvo que soportar las críticas de sus colegas *"His black and white films soon became world-famous, but the Academy once again strongly objected, because they considered this filming as going against medical secret and surgical companionship. E.-L. Doyen also made an atlas of microbiology based on photomicroscopy"* (Cohen, 2006).

Diego Llinás Rueda (2016) sitúa los inicios del cine científico en 1897 cuando James H.White rueda "The Sea Lion´s Home" sobre la vida de leones marinos en el Golden Gate Park. Cita también a Boleslaw Matuszenki que graba las primeras operaciones quirúrgicas firmemente convencido de que el cine tenía un futuro prometedor como difusor de la cultura científica, y al Dr. rumano Marinescu que filma diversos casos psiquiátricos.

> *De entre los numerosos científicos que aplicaron los rayos X al cine hay que destacar al francés Jan Comandon, que, con el apoyo del magnate Charles Pathé, montó un*

> *laboratorio de cinemicrografía, donde filmó numerosas películas de bacteriología, parasitología, hematología y numerosos temas. En España, señala Ysmael Álvarez en un artículo dedicado a la historia del cine científico en nuestro país, ya en 1915, el oftalmólogo Ignacio Barraquer presentó en el Hospital Clínico de Barcelona una serie de películas realizadas por Francisco Puigvert sobre intervenciones quirúrgicas de cataratas, y en esta misma época, Antonio P. Tramullas registró las investigaciones del Dr. Rocasolano sobre la movilidad de las micelas argénteas mediante una cámara acoplada a un microscopio.* (Rodher, 2015)

La Asociación Española de Cine e Imagen Científicos (ASECIC) es una organización sin fines de lucro en la que colaboran investigadores y académicos que utilizan las imágenes y sonidos en la ciencia y la tecnología distingue entre la difusión del conocimiento científico de la divulgación del mismo y puede ser utilizado como medio de difusión en cualquier área de conocimiento.

La Ley de Propiedad Intelectual de 1996 incluye las obras cinematográficas dentro de las obras audiovisuales, si bien las define de la misma manera: *"Creaciones expresadas mediante una serie de imágenes asociadas, con o sin sonorización incorporada, que están destinadas esencialmente a ser mostradas a través de aparatos de proyección o por cualquier otro medio de comunicación pública de la imagen y del sonido, con independencia de la naturaleza de los soportes materiales de dichas obras".*

El artículo científico audio-visual: características, estructuras, posibilidades y límites

Características

Su finalidad es la misma la de una artículo escrito. Lo que cambia es la naturaleza del soporte y de las sustancias expresivas, así como el modo de producción y el modo de difusión.

En relación con el soporte, el artículo escrito transmite la información a través de la edición impresa o digital, mientras que el cine lo hace a través del celuloide, vídeo o digital.

Las sustancias expresivas del artículo escrito son la escritura y las imágenes estáticas, ya sean estas figurativas o abstractas, además de incluir imágenes auxiliares útiles para los gráficos, esquemas o tablas. Las sustancias expresivas del artículo audiovisual son

imágenes dinámicas (en movimiento), sonidos, música, lenguaje verbal oral y a las que hay que añadir también la posibilidad de usar las sustancias expresivas del artículo escrito. Aunque no sea objeto de este artículo, los artículos orales y de imágenes estáticas (fotográficas, artísticas), hemos de considerar la diversidad y riqueza que pueden añadir al corpus general de la investigación para la comunidad científica. Es de notar también la accesibilidad que añadiría a personas con discapacidad.

Estas sustancias expresivas no hay que valorarlas únicamente por su capacidad expresiva material, sino por la naturaleza misma de la escritura, de la imagen, del sonido y de la música, a lo que ya se aludió anteriormente.

El lenguaje audiovisual permite expresarse en varios canales a la vez (verbal, visual, textual, gráfico, musical, etc.). Consecuentemente, nos permite influir de distintos modos en el receptor: nivel racional, emotivo, estético, afectivo, etc. De este modo, disponemos de una riqueza comunicativa difícil de alcanzar por otros medios. Desarrollo audiovisual de contenidos científico-educativos. Vídeo: «Las vacas no miran al arco iris» (Ezquerra, 2010, p. 354).

El modo de producción varía sustancialmente. Mientras que el artículo escrito solo exige un productor de escritura, el artículo audiovisual exige un conjunto de agentes productores que comporta, en su producción misma, diferentes grados y niveles de autoría, pudiendo llegar a ser una producción de autoría colectiva. En este sentido, recuerdo a una producción cinematográfica, videográfica o digital en la que además del contenido de la investigación misma, es preciso expresarlo a través del cine, del vídeo o del soporte digital. En este caso, el digital interactivo presenta posibilidades impensables para los otros medios de producción y difusión de la ciencia al disponer de unos nuevos paradigmas de la comunicación, entre los que destacan la interactividad, hipertextualidad especialmente.

Llegados a este punto, podría hablarse de artículos audiovisuales científicos, dado que estas dos características: hipertextualidad e interactividad, ofrecen un arsenal de posibilidades a la manifestación de la ciencia y su difusión. Piénsese en algunas aplicaciones importantes: por ejemplo, acceder directamente, en el caso de las encuestas, a cada una las contestadas por los diferentes sujetos, o téngase en cuenta las conexiones entre distintas teorías cuando a través de enlaces pueden observarse el entramado de las interrelaciones entre los distintos elementos del objeto de investigación o de las interrelaciones visualizadas de las variables de estudio. Es más, a través de la interactividad, se abre una puerta de incalculable valor a la recepción pragmática estableciendo conexiones y conversaciones entre los receptores de la investigación, los productores del texto científico y los mismos investigadores.

El modo de difusión en el artículo audiovisual tiene el límite de no poder difundirse a través de las revistas escritas por incompatibilidad con el soporte. Tanto el artículo escrito como el audiovisual pueden difundirse offline y online a través de medios digitales, y por último, el artículo audiovisual encuentra otros soportes de interés como son el cine y el vídeo.

La evaluación del artículo audiovisual científico

Hay dos aspectos a evaluar: uno relativo a la investigación en sí, y otro, concerniente al medio a través del cual se difunda un estudio científico. En el primer caso, el sistema habitual de evaluación es la revisión por pares, y en el segundo, el parámetro más común es el *factor de impacto*, tomado de la publicación Journal Citation Reports Thomson Reuters (Pérez Álvarez-Ossorio, 2001).

Contenido

A continuación se hace una relación de los apartados que el artículo audiovisual debe contener, que coinciden con los de los artículos escritos.

- Título (resumen y palabras clave). Tanto el resumen como las palabras clave pueden aparecer escritas o narradas.
- Introducción-presentación del contenido
- Marco teórico en el que se expongan:
    - antecedentes
    - estado de la cuestión: lo que se ha hecho, dicho o representado, y lo que se está haciendo
- Diseño de la investigación
    - Objeto claro y preciso ¿qué quiero saber? lo que quiero descubrir o explicar
    - objetivos y metas
    - hipótesis (si las hubiere)
    - universo de estudio
    - unidades: temporal, espacial y de análisis
    - espacialidad
    - unidad de análisis
    - variables
    - técnicas de investigación
- Trabajo de campo
- Resultados:
    - análisis e interpretación de los datos
    - conclusiones

- Discusión
- Aplicabilidad y transferencia de resultados
- Fuentes

Indicadores de contenido

Los indicadores de contenido deben incluir, sin ánimo de exhaustividad los siguientes datos:

- Presencia /ausencia de cada una de las partes que componen el artículo.
- Coherencia entre las partes del método. Aunque pueda parecer extraño no es infrecuente la ausencia de relación y orden entre las diferentes fases de la investigación científica: hipótesis no relacionadas con el objeto de la investigación; objetivos no relacionados con las hipótesis; hipótesis no relacionadas con las variables de medición; técnica de investigación no relacionadas con las variables, etc.
- Pertinencia del método de investigación utilizado.
- Originalidad de la investigación con las aportaciones nuevas.

La evaluación del medio de difusión

Partiendo de la evaluación de las publicaciones científicas la comisión de trabajo puesta en marcha por la ACAP estableció los siguientes indicadores para evaluar la calidad e idoneidad de las producciones audiovisuales:

Indicadores	
● Del contenido de la producción académico/científica	● De la producción
● De la autoría de las obras difundidas	● De la productora y sus órganos de gestión

Tabla 3. Indicadores de identificación formal de las producciones cinematográficas

Indicadores	
• Sistema de selección de la producción	• Heterogeneidad de los órganos de gestión
• Calidad de la gestión de los procesos de edición de los contenidos	• Sistema de admisión de la obra

Tabla 4. Indicadores de gestión y política de las producciones cinematográficas

Indicadores	
• Acceso	• Producción difundida
• Facilidad de búsqueda	• Difusión
	• Consumo y uso

Tabla 5. Indicadores de difusión, visibilidad, accesibilidad y uso de las producciones cinematográficas

Indicadores	
• Utilidad	• Contenido de la producción cinematográfica
	• Mecanismo de consulta a expertos

Tabla 6. Indicadores de contenido de las producciones cinematográficas

Fuente: Elaboración propia a partir de Rosado Millán et al. (2007).

La divulgación de conocimiento científico

Por último, es importante la democratización de la ciencia haciendo que llegue al gran público. Si la sociedad es la que sufraga y hace posible la labor investigadora, no puede ni debe quedarse al margen del conocimiento que la ciencia proporciona.

Para ello la simbiosis con los medios de comunicación es esencial, pues es a través de los mismos que la producción científica se hace material ante la sociedad.

Aunque referido a la publicaciones, Vladimir de Semir destaca los cambios que la difusión de la ciencia viene experimentando, sobre todo en los últimos tiempos, y destaca la relación existente entre la temática de las revistas científicas y las notas de prensa, y cita la editorial de Philip Campbell, director de Nature, «*Nature* continuará su búsqueda de la excelencia científica y del impacto periodístico» (Semir, 2003).

Otros autores hacen hincapié en la dificultad que ha existido siempre entre la comunidad científica y los medios masivos de comunicación siempre. *Mientras el colectivo científico considera que su presencia en los medios es insuficiente y su discurso se ve simplificado por los profesionales de la comunicación, éstos se quejan de la inaccesibilidad de los expertos y de la dificultad para que el público comprenda su lenguaje* (Vicente-Mariño y Vicente-Torrico, 2014).

No hay nada que impida que estas reflexiones sean aplicadas al denominado cine científico, ya que su propio formato permite su divulgación haciéndola atractiva para el gran público y haciendo que despierte su curiosidad y pasión por la Ciencia, pues en definitiva *La investigación genera conocimiento, y el conocimiento permite reinventarse continuamente* (IS+D Fundación, 2017).

References

Celis, L. G. (2013). La difusión del conocimiento científico. Revista NOVA 17 18-Jun-2013

Cohen, J. H. M. (2006). *The Scandalous Dr Doyen, or the Solitary Tragedy of a Prodigy*. Introduction by Pr Jacques HM Cohen Laboratoire d'Immunologie CHU Robert Debré de Reims Université de Reims Champagne-Ardenne jacques.cohen@univ-reims.fr Université Paris 5 René Descartes January 2006. Recuperado en 2017-01-03 de http://www.biusante.parisdescartes.fr/histoire/medica/doyen-en.php

Endrizzi Sabbatini, R. M. (1999). *A História das Revistas Científicas*. Centro Esportivo Virtual. Recuperado en 2017-01-12 de http://cev.org.br/biblioteca/a-historia-das-revistas-cientificas/

Ezquerra, A. (2010). *Enseñanza de las Ciencias*, 2010, 28(3), pp. 353–366. Recuperado en 2017-01-10 de file:///D:/Perfil%20Usuario/mrm2760/Commadri/Downloads/210805-360221-1-PB.pdf

Facultad de Diseño y Comunicación de la Universidad de Palermo. *Fotografía científica*. Recuperado en 2017-01-03 de http://fido.palermo.edu/ http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/blog/docentes/trabajos/11412_35316.pdf

IS+D Fundación (2017). *Curso de técnicas de investigación social*. Recuperado en 2017-03-01 de http://isdfundacion.org/2017/02/28/cursotecnicasinvestigacionsocial/

King, J. (1987). A review of bibliometric and other science indicators and their role in research evaluation. *Journal of Information Science*, 13 (5): 261-276,1987 Recuperado en 2017-01-12 de http://eprints.rclis.org/20036/1/v35n2a07.pdf

Ladrón de Guevara Cervera, M., Hincapié, J., Jackman J., Herrera, & Caballero Uribe, C. V. (2008). Revisión por pares: ¿Qué es y para qué sirve? *Salud Uninorte*. Barranquilla (Col.). 24 (2): 258-272

Llinás Rueda, D. (2016). *La convergencia tecnológica audiovisual y la divulgación científica.* Tesis doctoral Dr. Hipólito Vivar Zurita. Universidad Complutense.

López Ornelas, M., Cordero Arroyo, G. (2005). Un intento por definir las características generales de las revistas académicas electrónicas. *Razón y Palabra* (43).

Martínez Sáez, L. A. (2006). *Informe COTEC*. COTEC Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica, Madrid, 2006. Recuperado en 2017-01-03 http://informecotec.es/media/J11_Comu_Ciencia.pdf

Mendoza, S., Paravic, T. (2006). *Origen, clasificación y desafíos de las Revistas Científicas.* Investigación y Postgrado v.21 n.1 Caracas jun. 2006. Recuperado en 2017-01-14 de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-00872006000100003

Moreno Ceja, F., José de Jesús Cortés Vera, J. J, Zumaya Leal, M. R. (2012). *Usos, limitaciones y prospectiva de la evaluación por pares*. Rev. Interam. Bibliot. Medellín (Colombia) Vol. 35 n° 2 2012 pp. 201-210

Origen, clasificación y desafíos de las Revistas Científicas. (n.d.). Recuperado en 2017-01-03, de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-00872006000100003

Patalano, M. (2005). *Las publicaciones del campo científico: Las revistas académicas de américa latina*. Recuperado en 2017-01-10 de http://revistas.um.es/analesdoc/article/viewFile/1451/1501.ANALES DE DOCUMENTACION, Nº 8, 2005, P 217-235

Polino, C. (2016). *Historia social y cultural de la divulgación científica*. Centro REDES. Recuperado en 2017-01-10 de http://www.centroredes.org.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=745&Itemid=50

Prado Arreaza, C., Velasco Ortuño, S. Padial González, V., Sanromán Rodríguez, T. (2006), *Peer Review ¿Garantía de la calidad de la investigación científica?* Psicología Teórica, grupo de Experimentos Mentales. Facultad de Psicología de la Universidad de Granada.

Rodher, J. (2015). *Ciencia en imágenes. Cultura y Sociedad Carta de España*. Recuperado en 2017-01-12 de http://www.empleo.gob.es/cartaespana/es/noticias/Noticia_0315.htm

Riol Cimas, J. M., López Angulo, M. (2009). *La Divulgación Científica. Algo de Historia*. Universidad de La Laguna, Aula Cultural de Divulgación Científica. Recuperado en 2017-02-10 de http://www.divulgacioncientifica.org/ficheros/File/biblioteca/articulos/aula/Jose-Maria-Riol-Cimas/b.pdf

Rosado Millán, M. J., Román Román, A., Sanz Casado, E., Berges Torres, M., Gómez Cedillo, A., García García, F., Aguillo Caño, F (2007). *Criterios de clasificación de los medios de difusión de la producción académica y científica universitaria ACAP Madrid, 2007*. Consejería de Educación, Juventud y Deporte - D. G. de Universidades e Investigación

Russell, J. M. (2001). La comunicación científica a comienzos del siglo XXI. *Revista internacional deficiencias sociales*, 168.

Semir, V. (2003). *Medios de comunicación y cultura científica*. Media and scientific culture. Quark Cultura Científica abril 2003 - septiembre 2003 Número 28-29. Recuperado en 2017-01-12 de http://quark.prbb.org/28-29/028022.htm

Vicente-Mariño, M., Vicente-Torrico, D., (2014). Presencia y funciones del discurso científico en la cobertura informativa y cinematográfica del cambio climático. *Prisma Social. Revista de Investigación Social.* 12 (120-142)

Ciencia y discursos multimodales: el papel de la visualización

Pilar Lacasa

p.lacasa@uah.es

Rut Martínez-Borda

rut.martinez@uah.es .
Universidad de Alcalá

Abstract

Este trabajo analiza el papel de diferentes estrategias de visualización en la construcción del conocimiento científico, especialmente en las ciencias sociales. Se muestra como la visualización tiene, en principio una doble función. Primero, permite establecer explícitamente relaciones entre los modelos teóricos y los datos; es más, puede contribuir a desarrollar e innovar en la teoría, manteniendo estrechas relaciones con el mundo real. Segundo, Se analiza su papel en la interpretación de los datos, considerando dos modelos, la etnografía visual y el tratamiento que Lev Manovich de los llamados *big data*.

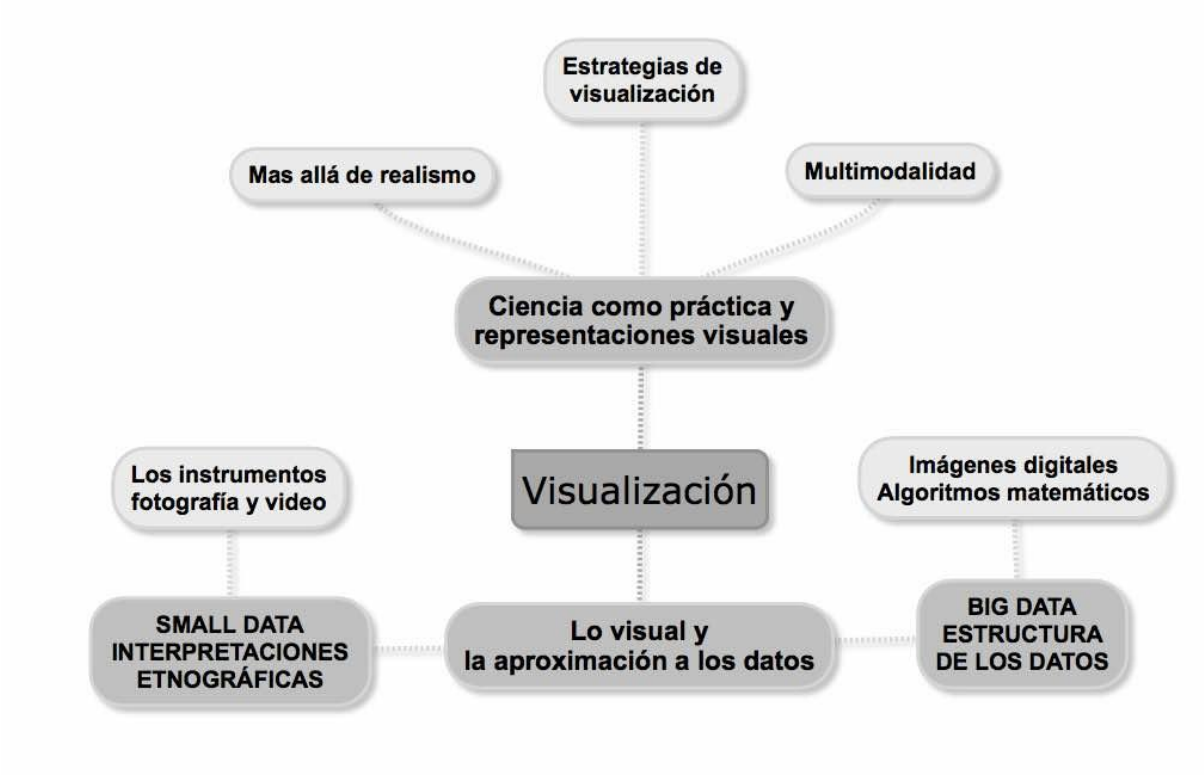
Palabras clave

Visualización, imagen, teoría, análisis de dato, etnografía, big data

Los textos y las imágenes han estado siempre presentes en la construcción y presentación del conocimiento científico. Los instrumentos digitales han transformado sus relaciones, facilitando la presencia de nuevos discursos multimodales, entendiendo un modo como un recurso semiótico para construir significado, que se configura social y culturalmente. Por ejemplo, son modos la música, la escritura, la imagen, el gesto o el habla, las imágenes en movimiento, una banda sonora o los objetos en 3D (Böck, Pachler, & Kress, 2013). Entre todos ellos, las imágenes, entendidas como representación visual de algo, son instrumentos imprescindibles para avanzar en el conocimiento social. En estas páginas reflexionamos sobre el papel de la visualización en ese contexto, marcado hoy por la tecnología digital como instrumento presente en entornos comunicativos, con quien mantiene una relación mutuamente transformadora.

Desde nuestra experiencia como investigadoras en procesos culturales relacionados con uso juvenil de la tecnología digital como instrumento de comunicación, este artículo examina cómo la utilizan las investigadoras en la construcción del conocimiento científico. Nuestro marco de trabajo aparece en la figura 1. En ella queremos mostrar las relaciones entre los conceptos que abordaremos y las perspectivas teóricas en las que nos apoyamos.

FIGURA 1. LA VISUALIZACIÓN EN LAS CIENCIAS SOCIALES MEDIADA POR LA TECNOLOGÍA DIGITAL



El artículo se organiza en dos apartadas. Reflexionamos primero sobre cómo entender la visualización. Apoyadas en algunos trabajos recientes (Coopmans, Vertesi, Lynch, & Woolgar, 2014), nos acercamos al concepto de representación en relación con las prácticas visuales. Los autores que revisaremos coinciden en que la ciencia es una práctica inmersa en contextos específicos. Examinamos, además, la importancia de los nuevos lenguajes presentes en el mundo digital, a los que nos referimos como multimodales. Segundo, exploramos el papel de la visualización en dos aproximaciones metodológicas muy diferentes: por una parte, la etnografía, que interpreta prácticas culturales determinadas; por otra parte, la investigación que se apoya en el uso de algoritmos matemáticos para estructuras grandes cantidades de datos. Este trabajo prolonga uno anterior (Lacasa, Martínez-Borda, & Méndez, 2013), en el que se buscaba establecer una complementariedad entre aproximaciones analíticas y narrativas cuando nos acercábamos a los datos, explorando también el papel de la visualización en las ciencias sociales.

La ciencia como práctica y las representaciones visuales

Las personas se aproximan a la realidad y la reconstruyen. Tradicionalmente las ciencias sociales y, sobre todo la psicología, se han referido a esas reconstrucciones utilizando el término *representaciones*. Estas ideas las expresan con claridad numerosos autores, veamos un ejemplo:

> "en las últimas tres décadas el estudio de representación en la práctica científica se ha convertido en un tema central en los trabajos sobre ciencia y tecnología. La representación implica esfuerzos en relación con los materiales de investigación para reconstruirlos de forma que faciliten el análisis, por ejemplo, codificando y destacando puntos claves de interés, alineándolos con determinados conceptos y teorías"
>
> (Coopmans et al., 2014:1)

No es nuevo decir que la ciencia reconstruye la realidad que observa, analiza y quiere explicar. La llegada de los instrumentos digitales aporta nuevas posibilidades a esos procesos y ha permitido poner el acento en el papel de intérprete del investigador, contribuyendo a una nueva forma de entender las representaciones visuales. El panorama que se presenta en el texto anterior, como nos dicen los autores unas líneas más adelante, ha cambiado radicalmente desde que el libro fue editado por primera vez hace más de veinte años. La ideas que subyacen a este volumen (Coopmans et al., 2014) *muestran el papel del investigador o del científico como intérprete* cuando modifica la representación gráfica o la fotografía, para ir más allá de una interpretación realista que remarca la

identidad entre la imagen y la realidad, olvidando el papel de intérprete de quien la produce (el emisor) o la descifra (el receptor).

Más allá del realismo

Se trata, por tanto, de transcender la imagen de la metáfora del espejo (Daston, 2014). El tema no es completamente nuevo, ni un dominio de reflexión exclusivo de filosofía de la ciencia en el mundo digital. (Baudelaire, 1962), desde la poesía y el ensayo invitaba a los científicos a pintar lo que soñaban, no lo que veían.

La ciencia y la visualización como prácticas

Centrándose en la ciencia como forma de construcción de conocimiento en contextos digitales, Lynch (2014) se refiere al trabajo de Wittgenstein (1968: &115) para introducir el tema de la representación: *"Una fotografía nos mantiene cautivos, y no nos deja salir de ella".* Con el término fotografía, Wittgenstein, filósofo del lenguaje, se está refiriendo a las palabras. Se trata, por tanto, de ir más allá de buscar una correspondencia exacta entre la representación construida por el investigador y la realidad externa. En este marco el término visualización ha de relacionarse con un conjunto de prácticas que quieren explicar las formas concretas y materiales de las cosas y los campos que investiga el científico.

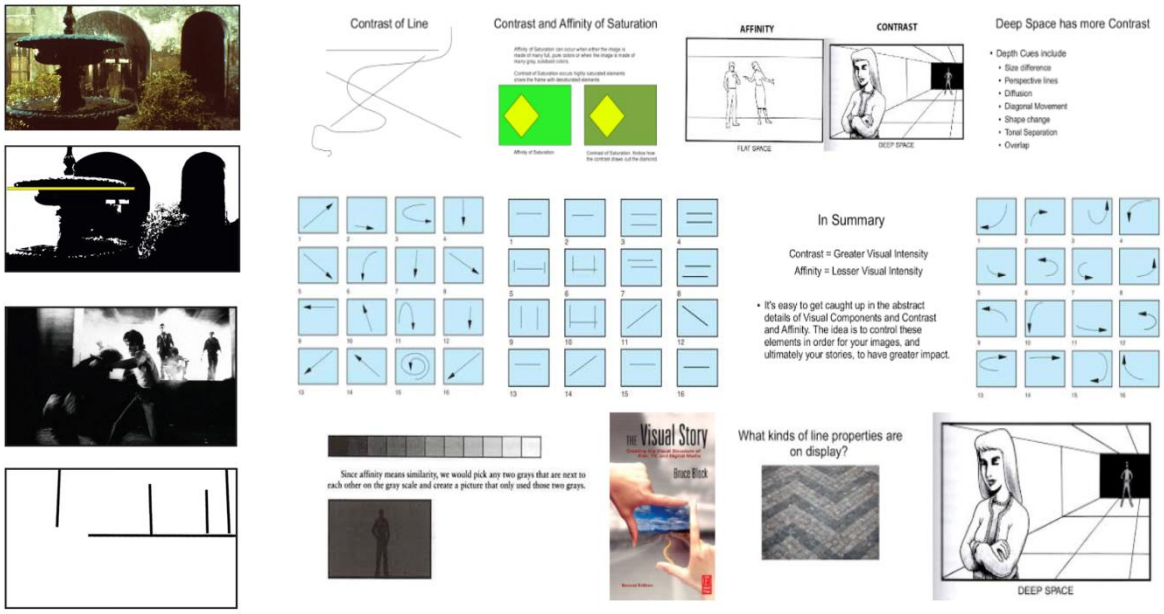
Las ideas se transforman, nos dice Lynch (2014; Lynch & Woolgar, 1990), que habla de las representaciones como procesos dinámicos, que pueden construirse serialmente. Las simulaciones en el computador introducen cambios profundos, por ejemplo, hemos de preguntarnos hasta que puntos los datos introducidos por un algoritmo son empíricos, aun siendo extremadamente visuales. La oposición entre objetividad y subjetividad es más fuerte que nunca.

Hoy el término visualización amplía su significado y deja de ser considerado únicamente como una modalidad sensorial de conocimiento. "La visualización es también un trabajo manual, a menudo de muchas manos, como lo es el de la llamada "mirada" (Clancey, 2012: 325) El tema se relaciona con la presencia de los datos. No podemos olvidar que vivimos en la llamada era de la información, que ha sido construida apoyada en el software y hardware como instrumentos. Hoy el término visualización es, quizás, ambiguo. Su significado se sitúa entre el sentido común y la idea de que la información es algo nuevo, comunicación informativa, algo ubicuo que viaja a través de redes, se codifica en bits y pixeles, y aparece en las pantallas o en el mundo impreso, siempre en contextos sociales y culturales específicos.

Transformar las imágenes

En este contexto son relevantes los trabajos de Clancey (2012) y Vartesi (2014), son un ejemplo de cómo los instrumentos digitales contribuyen a transformar las representaciones visuales. Analizan las fotografías tomadas en la superficie de Marte. Al transformarlas en gráficos, y manipulando su color, se mostró la naturaleza del suelo y sus capas de sal, incluso, cómo todo ello iba cambiando a través del tiempo. Todo esto permitió descubrir fenómenos hasta ese momento invisibles. Esas transformaciones que observamos en los estudios mencionados están también presente en las ciencias humanas. Podemos pensar, por ejemplo, en los estudios que realiza Block (2008) para analizar la estructuras de las producciones cinematográficas. Marca los elementos esenciales de las secuencias, combinando el dibujo de líneas con modificaciones figurativas. Un ejemplo aparece en la figura 2.

FIGURA 2. TRANSFORMACIONES DE LOS FOTOGRAMAS (A PARTIR DE (BLOCK, 2008)



Blog controla las secuencias de la historia visual transformando las fotografías. Las cuatro imágenes de la izquierda son un ejemplo que muestran las líneas y el espacio, como componentes de un lenguaje visual. Se utiliza lo que el llama *motivo lineal,* en el primer caso (pag. 97) para hacer presentes las líneas curvas de las imágenes y, en el segundo la orientación de los personajes (pag. 103). El resto de las imágenes insisten en el papel de las líneas, son una reproducción de la pantalla que nos da una búsqueda en Google, introduciendo los términos “Bruce Block” + contrast lines”.

En síntesis, la visualización de la realidad en la ciencias humanas y naturales no puede entenderse como un proceso ajeno a los instrumentos utilizados, presentes en las prácticas de los científicos. La ciencia es un proceso cultural y contextualizado, donde la interpretación se lleva a cabo manejando mediadores digitales que posibilitan sus prácticas.

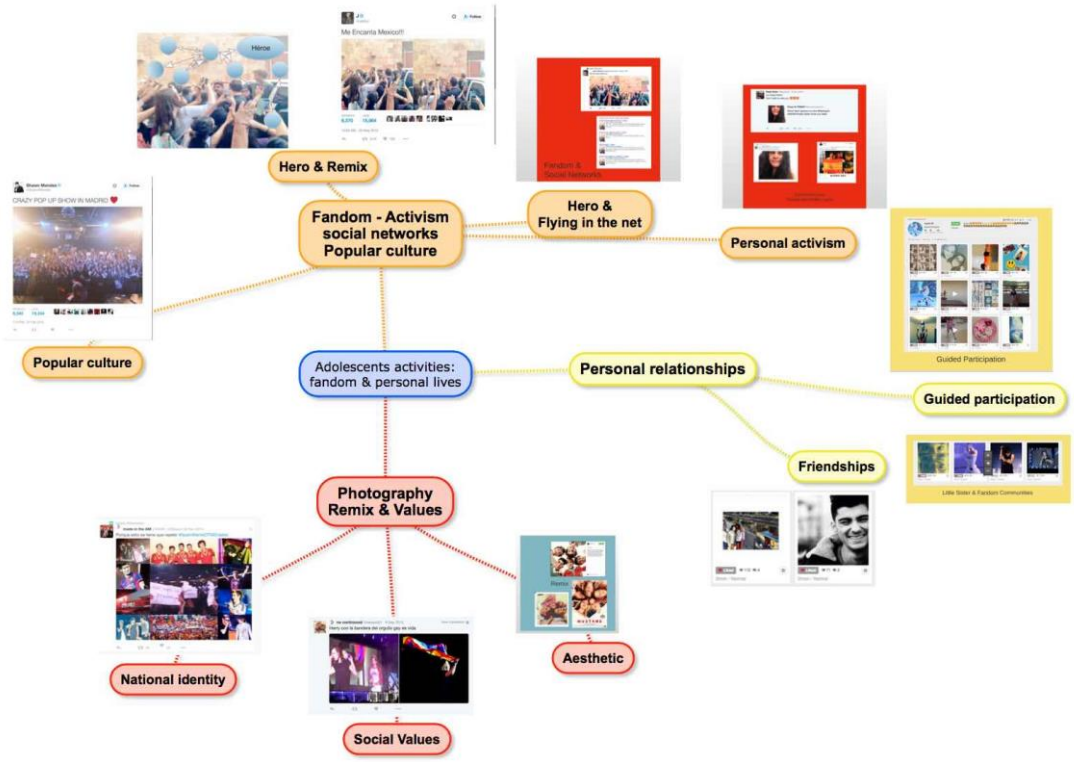
Estrategias de visualización: Imágenes, diagramas sketches

Existen tres estrategias de visualización, mencionadas en el título de este parágrafo, que han contribuido en la historia de la ciencia *a establecer relaciones entre los datos y las teorías.* Nos detendremos en ellas siguiendo a Swedberg (2016).

Imágenes

La primera forma de visualización es la *imagen*, considerada como *teoría – fotografía,* en cuanto que sintetiza una teoría que ya ha sido desarrollada. Puede ser muy útil para presentar la teoría de manera intuitiva. Las imágenes han de reunir al menos tres características: claridad, simplicidad y expresividad. Se propone una estrecha relación entre la teoría y los datos, las ciencias empíricas no pueden separarlos. Se asume que el pensamiento es multimodal por naturaleza y el pensamiento viso-espacial es parte de la forma humana de conocer. En este caso pondremos un ejemplo de nuestro propio trabajo, se incluye en la figura 3. Las relaciones entre imágenes y conceptos, expresadas visualmente, es un instrumento para generar nuevas ideas.

FIGURA 3. ACERCARSE A LA TEORÍA DESDE LA FOTOGRAFÍA



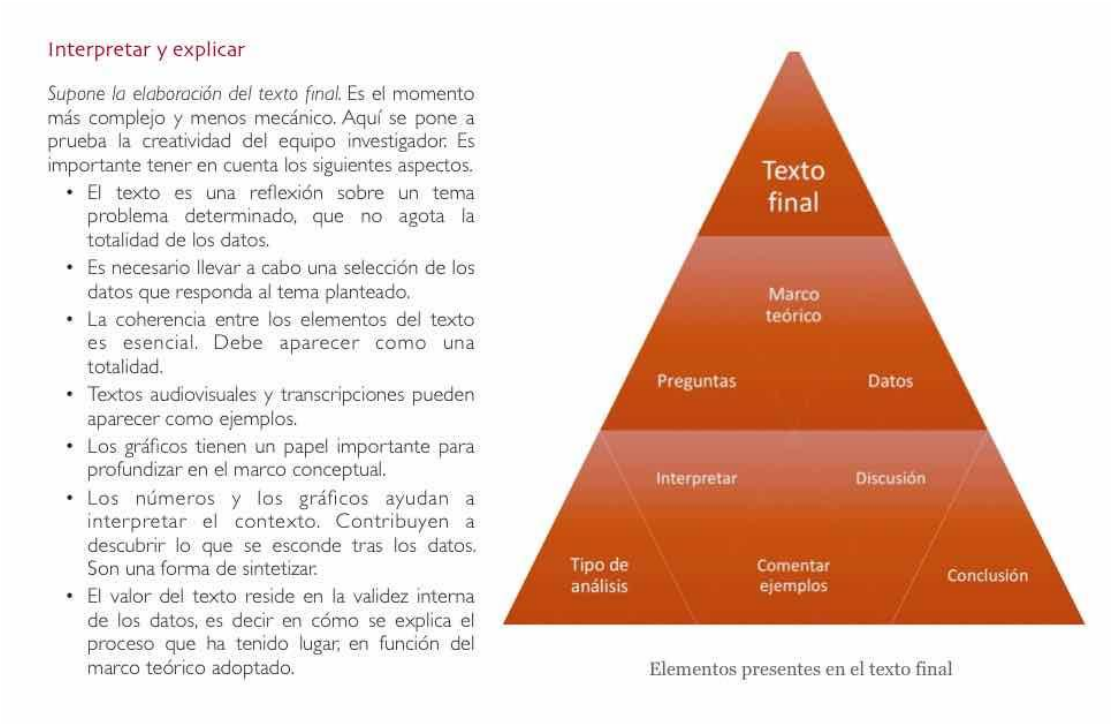
La investigación a la que aludimos en la figura 3 versaba sobre el las estrategias comunicativas en las comunidades de fans adolescentes que seguían al grupo musical *One Direction* (Lacasa, Méndez, & de-la-Fuente, 2016). El hecho de elaborar esta figura procede de la necesidad de materializar los conceptos. Por ejemplo, si observamos la parte izquierda de la imagen, encontramos las ideas de Héroe, Cultura popular o Identidad nacional, apoyados cada uno por una fotografía, que contribuye a precisar, y sobre todo concretar, el significado del concepto.

Diagramas y teorización.

Los diagramas son la segunda estrategia para establecer relaciones entre los datos y las teorías (Swedberg, 2016). En términos generales, entendemos el diagrama como una representación simbólica de información en la que están presentes técnicas de visualización. Puede incluir gráficos, dibujos técnicos o tablas; además, muchas veces se muestran relaciones entre conceptos utilizando formas geométricas. Un diagrama teorizador habría sido construido conscientemente, de acuerdo con los siguientes principios: consistiría en unas pocas figuras geométricas, y sería posible reflexionar desde

él apoyados en un lenguaje visual. No se trata de un producto acabado, puede orientar hacia múltiples conceptos soluciones ante una cuestión problemática. Veamos de nuevo un ejemplo que procede de nuestro trabajo, incluido en la figura 4. En este caso el diagrama aparece en una publicación digital e interactiva (Lacasa, Fuente, & Méndez, 2015c), editada en iBooks-autor y que puede descargarse gratuitamente a través de iTunes. El diagrama está incluido en un capítulo dedicado a la metodología del estudio, concretamente se refiere al modo en que la investigación puede darse a conocer a la comunidad científica a través de un texto publicable. En este caso se incluye una propuesta, donde la información que contiene podría ampliarse y transformarse.

FIGURA 4. DIAGRAMAS



Si nos fijamos de nuevo en la figura 4 observamos que el diagrama está acompañado de texto. Analizando esa página críticamente, es difícil saber si el texto escrito era necesario. En el momento de la publicación nos lo pareció, ya que se trata de un libro de carácter divulgativo.

Profundizaremos algo más en el concepto de diagrama, ya que ha sido un elemento continuamente presente en las construcciones científicas. Merece la pena considerar la definición de a él Charles Peirce (1939-1914), filósofo Norteamericano, que distingue entre imágenes y diagramas:

> "Mientras las imágenes son signos icónicos que tienen la cualidad de sus objetos, los diagramas son signos cuyas partes mantienen relaciones análogas a las de sus objetos"
>
> (Peirce, 1931/1935) 2:277; Alač, 2014 :64)

De acuerdo con Peirce los diagramas son signos que permiten la experimentación y generan nuevas formas de comprensión. Son palabras que se combinan con figuras geométricas, construidas con círculos, puntos o líneas. Lo esencial son las relaciones entre las partes. El resultado es una especie de esqueleto que Charles Peirce (1906) asocia con la semiótica. Lo esencial es que representan las relaciones entre las partes, poniendo en relación sistemas verbales y visuales (Berwick & Chomsky, 2016; Alač, 2014).

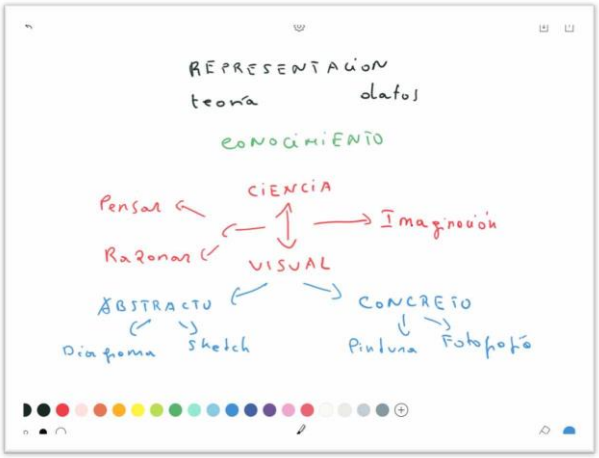
Sketches visuales y teorización

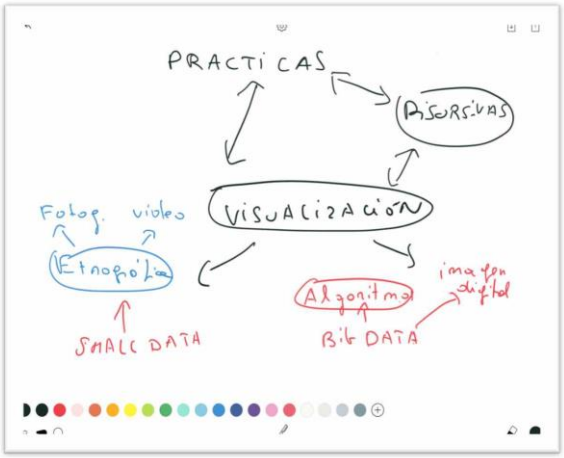
La tercera estrategia para establecer relaciones entre los datos y la teoría son los sketches visuales. Son representaciones dinámicas, que pueden ser sustituidas por otras de forma muy rápida. Chandrasekaran, Glasgow, & Narayanan (1995) los definen así:

> "Los sketches incluyen un componente de "vaguedad". Tienen un papel funcional en tanto que ayudan al diseñador a evitar un compromiso con aquellos aspectos del diseño con los que no existe una relación precisa. Sin embargo, al mismo tiempo tienen la ventaja de aportar una forma visual a la actividad de organizar el problema y de hacer inferencias"
>
> (Swedberg, 2016: 266)

Son componentes de un trabajo en proceso, que ayudan a producir el resultado final. Están orientados a teorizar, siguiendo convenciones y normas. Un rasgo fundamental es que su audiencia es únicamente la persona que lo produce. En la figura 5 observamos dos esquemas que se elaboraron durante la preparación de este artículo. En el primero partíamos del concepto de representación; además, los conceptos de ciencia y visualización ocupaban un lugar preferente. En el segundo, la noción de práctica aparece con un concepto nuevo, que contribuye a dar unidad al trabajo, las sucesivas lecturas nos hicieron conscientes de ello.

FIGURA 5. SKETCHES Y CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO





Destacaremos que estos sketches se realizaron en una tableta que permitía escribir con un lápiz digital. Puede dar la impresión de que no variaría mucho si se hubiera realizado en papel, seguramente sea cierto. Lo que han cambiado son las prácticas asociadas a esta producción y cómo ello incide en el proceso de elaboración: 1) Las representaciones se almacenan y pueden ser tratadas en dispositivos móviles o en el ordenador, y transformadas utilizando distintos tipos de software. 2) La pantalla convierte el diseño en un proceso muy rápido, tanto a la hora de eliminar partes del sketch como para añadir otros nuevos, que suponen nuevas formas de relación conceptual. 3) La visualización es más fácil a la hora de introducir colores, añadir otras imágenes, incluso sonidos a través de notas de voz. 4) Compartir una pantalla es más fácil que compartir un papel, lo que facilita el trabajo colaborativo. Estamos sólo ante algunas consecuencias de haber manipulado una tableta digital, podemos profundizar algo más, aludiendo al trabajo de algunos autores. Algunos trabajos, analizados desde el mismo marco conceptual, se prolongan hacia el tema del discurso multimodal que está presente a menudo en estas prácticas, nos fijaremos ahora en ellos.

Mundos visuales y multimodalidad

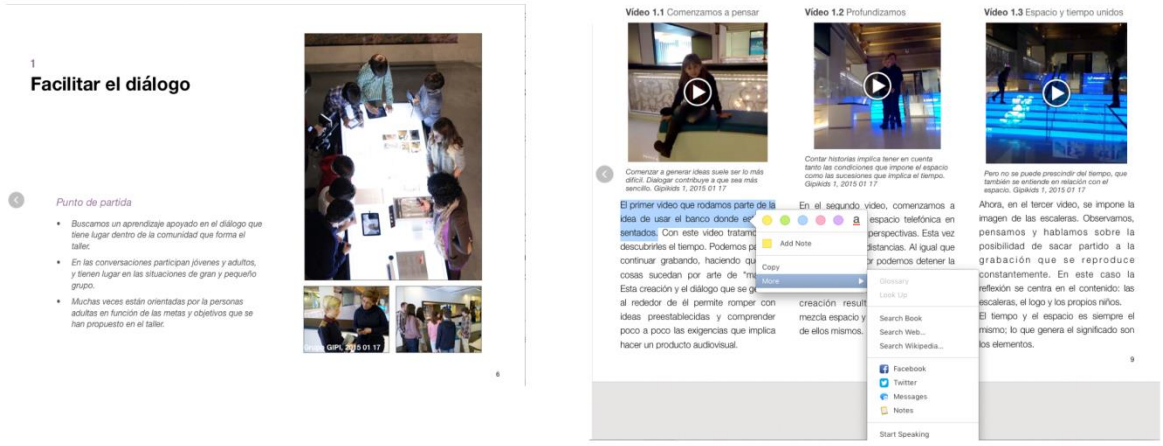
Hasta ahora hemos considerado diversos ejemplos relacionados con el significado de determinadas imágenes que de una forma u otra representan diversos aspectos de la realidad, en el contexto de la construcción del conocimiento científico. Veremos ahora como lo visual no puede entenderse ajeno a otros modos desde los que las personas construyen el significado (Kress, 2010).

Existen múltiples modos de expresión y comunicación que van más allá de la lengua oral y escrita. Este es el contexto en el que surge el concepto de multimodalidad, desde el que mostraremos cómo los signos visuales pueden adquirir significado junto a otros elementos del discurso. *Entendemos por modo una forma determinada de construir el significado*. Veámoslo:

> "Si un "medio para construir significado" es una "modalidad" o "modo", como se llama habitualmente, entonces debemos decir que "multimodalidad" es utilizado para destacar que la gente utiliza múltiples medios para construir el significado"
>
> (Bezemer, Jewitt, & O'Halloran, 2016: loc. 155)

El concepto se sitúa en un marco interdisciplinar, de forma que diferentes modos no están separadas, sino que aparecen conjuntamente: por ejemplo, las imágenes con la escritura, el habla con el gesto o el simbolismo matemático utilizado junto a un texto escrito a mano. Se combinan en un todo integrado, al que se considera multimodalidad. Destacaremos tres dimensiones para acercarnos a este concepto (Bezemer et al., 2016), y las comentaremos a partir del ejemplo que se incluye en la figura 4. Procede de nuestro trabajo (Lacasa, Fuente, & Méndez, 2015a).

FIGURA 6. DISCURSOS MULTIMODALES



Las imágenes proceden de una publicación interactiva, toda ella un ejemplo de la aplicación de discursos multimodales. Juntos, el texto escrito, la fotografía y el vídeo, además de otros recursos que permiten la presencia activa de quien lo interpreta contribuyen a la generación de significados, personales y colectivos. La imagen corresponde a dos páginas consecutivas del texto. Si la observamos de izquierda a derecha, vemos junto a la escritura que presenta las metas del trabajo, la fotografía nos

introduce en el contexto del taller donde se desarrolló el trabajo. Además, los vídeos, comentados utilizando textos escritos, orientan la atención a distintas formas de facilitar el diálogo entre los niños y las investigadoras en el momento de crear un producto audiovisual que sería publicado en las redes sociales.

Comentaremos desde aquí algunas dimensiones del discurso multimodal.

1. Implica distintos recursos semióticos, que ofrecen múltiples posibilidades y limitaciones. En este caso los recursos son, como ya se ha mencionado, los textos escritos, las imágenes y el video, todos ellos contribuyen a generar una unidad de significado.

2. Los modos pueden combinarse en totalidades. De aquí nace seguramente el poder expresivo de los recursos multimodales. La imagen o el sonido no tienen sentido aisladas a la hora de construir el significado, sino unas en relación con otras. Todos los recursos forman una totalidad que se incluye en un nuevo formato de publicación

3. Es necesario entender los modos en el contexto de esa totalidad. Podemos pensar que las mismas imágenes, unidas a otra música, por ejemplo, transmitirían otros mensajes y las personas construirían nuevos significados. Es más, cada persona puede construir mensajes diferentes, que no siempre coinciden exactamente con el que quiere transmitir el autor, pero es a partir de la totalidad desde donde se reconstruirá un nuevo significado.

En suma, los modos visuales adquieren nuevos significados cuando se combinan con otros, siempre en contextos sociales y culturales específicos.

La visualización y la aproximación a los datos

Hasta el momento hemos analizado cómo la visualización es una estrategia poderosa en el momento de establecer relaciones entre la teoría y los datos cuando se lleva a cabo una investigación. Nos centraremos ahora en su poder para estructurar y representar los datos desde una doble perspectiva: primero, los enfoques cualitativos, por ejemplo la etnografía visual, fijándonos en los estudios se Sara Pink y colaboradores; segundo, cuantitativos, en este caso los considerados *big data,* tal como son tratados en el trabajo de Lev Manovich.

Acercarse a los datos desde la etnografía visual

La etnografía es una aproximación metodológica que b*usca comprender la cultura*. Investiga aspectos de la vida de la gente, cómo se acercan a las situaciones cotidianas,

cómo entienden a los demás y a sí mismos. Su meta es la interpretación cultural. Tradicionalmente se han establecido contrastes entre ella y *acercamientos positivistas*, por ejemplo las ciencias experimentales, que tratan de establecer leyes universales a partir de la observación. La etnografía propone *aproximaciones naturalistas* que se acercan al mundo social sin introducir transformaciones por parte de los investigadores. Insistiremos, además, en que se trata de una *aproximación interdisciplinar.* De acuerdo con Sarah Pink, que lo justifica ampliamente en trabajos que inmediatamente comentaremos, está presente en disciplinas como la antropología, la sociología, la geografía o los estudios culturales.

La etnografía visual aparece antes de que la digitalización estuviera presente con fuerza en la vida cotidiana de la gente (Heath & Hindmarsh, 2002; Pink, 2001; Rose, 2001). Hoy, tal como la entiende Sarah Pink (2013), es una práctica reflexiva, que reconoce a subjetividad del investigador en la producción del conocimiento. El investigador interpretación y representa del conocimiento, interactuando con otras subjetividades para producir explicaciones del mundo. Los modos visuales, en sus múltiples formatos, desempeñan un papel esencial en esos procesos de reflexión. Veamos cómo define Sarah Pink en la actualidad la etnografía visual, entendida como una metodología y un proceso de innovación:

> "(es) una forma acercarse, interpretar y representar la experiencia, la cultura, la sociedad. También una forma de experimentar los entornos materiales y sensoriales, de los que informa y es informada por diversas agendas disciplinares y principios teóricos (…). La etnografía visual contemporánea, a través de su compromiso con tecnologías digitales y emergente, ofrece algo más que un conjunto de métodos. Más bien es en sí misma un proceso de continua innovación"
>
> (Pink, 2013: 34)

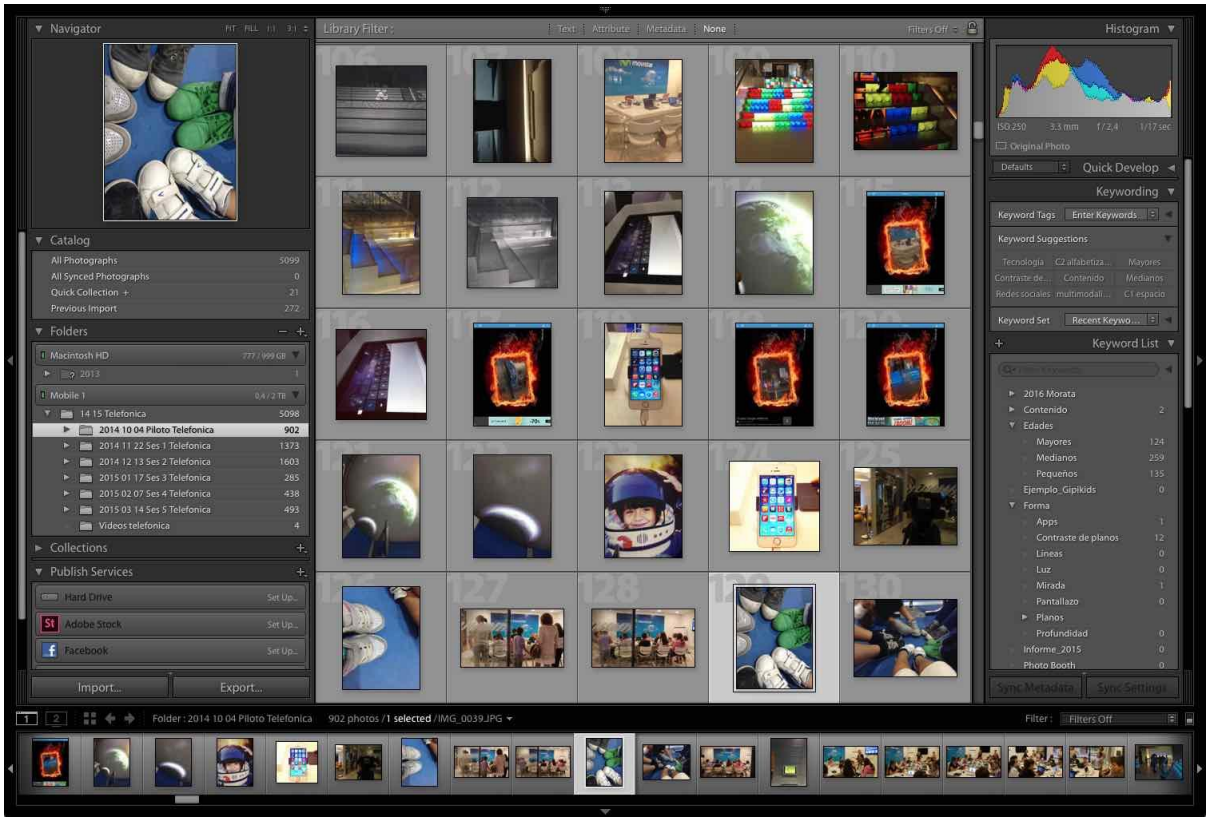
En cualquier caso, tal como se muestra en el texto, si bien la etnografía visual es un método, es una forma de producir conocimiento, que va más allá de la toma de datos. Se busca interpretar la realidad, la sociedad y la cultura en comunidades concretas, en las que el investigador puede participar. Las prácticas investigadoras que facilitan el acceso al campo y los instrumentos mediadores, todo ello entendido como un proceso dinámico, contribuyen a la innovación. Un ejemplo de esto cambios que surgen en la etnografía ha sido el modo en que se ha acercado al mundo digital y numerosos estudios dan cuenta de ello (Boellstorff, Marcus, & Taylor, 2012; Hjorth, Horst, Galloway, & Bell, 2017; Pink, Horst, Hjorth, Lewis, & Tacchi, 2015). La etnografía digital explora las consecuencias de los medios digitales en las técnicas y procesos a través de los que se practica este método. Podemos hablar, por tanto de una etnografía visual y digital. Lo expuesto hasta el

momento se comprenderá mejor comentando de nuevo un ejemplo que procede de nuestra propia investigación.

La investigación que comentamos se planteó desde un enfoque etnográfico en todas sus fases, la toma de datos, su análisis y la divulgación de los resultados. Veamos, a través de un ejemplo, cómo pueden establecerse relaciones entre imágenes, en este caso fotografía, vídeos y pantallas de los dispositivos móviles, para realizar la publicación que dará sentido a las prácticas que tienen lugar en un determinado contexto, en este caso, los talleres realizados por el equipo de investigación (Lacasa, 2016). Su objetivo fue "Contribuir a que la gente joven utilice la tecnología de forma creativa e inteligente en la vida cotidiana, abriendo nuevas vías hacía usos todavía impensables" (Lacasa, Fuente, & Méndez, 2015b: III) El eje que ha configurado este trabajo son los talleres, realizados en la *Telefónica Flaghship Store*. Por unos días fue un espacio exploratorio de colaboración entre participantes: niños, niñas jóvenes, personas adultas, personal de Telefónica, y un equipo de investigación interdisciplinar. Se han realizado análisis cuantitativos y cualitativos de esos entornos. En este proyecto se realizaron 6 talleres con niños, niñas y jóvenes entre 8 y 14 años. El número máximo de asistentes era de 28 personas. Las sesiones eran los domingos por la mañana, durante dos horas y media. El equipo investigador era de carácter interdisciplinar Era de carácter interdisciplinar. Participaban investigadores senior y junior, junto a un equipo de estudiantes. Las tareas del taller estaban orientadas el desarrollo de la alfabetización digital, partiendo de cómo los jóvenes utilizan redes sociales como Vine, Instagram o Vimeo.

En el apartado dedicado a la metodología en esas publicaciones se presenta el modo en el que fueron tratados los datos. Cabe destacar que, entre otros materiales, disponíamos de 2235 fotografías del equipo investigador, 1946 realizadas por los participantes y 33 horas y 38 minutos de grabaciones en vídeo, en formato profesional ya que se grabó con al menos 3 cámaras en cada sesión, incluyendo situaciones de gran grupo y pequeño. Para analizar y publicar los datos hemos de tener en cuenta los instrumentos digitales, esencialmente el software, que ha apoyado nuestras prácticas, en estrecha relación con el contenido de las imágenes.

FIGURA 7 . IMÁGENES VISUALES: ORGANIZACIÓN Y REFLEXIÓN A TRAVÉS DE LIGHTROOM[4]



La figura 7 es un ejemplo del modo en que aparecen las fotografías y vídeos, considerados como instrumentos para la visualización, en el programa Lightroom de la serie Adobe CC. Este software es el que ha permitido la selección y clasificación a través de un proceso de etiquetado que observamos en la parte derecha de la imagen. En términos muy amplios, es un proceso de categorización similar a los realizados en la investigación cualitativa tradicional (Lacasa et al., 2013). Sin este instrumento difícilmente podrían manejarse las imágenes. Hemos de tener en cuenta, además, que el programa clasifica ya los contenidos de acuerdo con las decisiones del investigador antes de importarlas. En nuestro caso, habían sido almacenadas con los criterios de una secuencia temporal, algo que se observa en la parte izquierda de la fotografía. Hemos de considerar que en los trabajos etnográficos que inmediatamente veremos interesa interpretar las actividades de las personas en sus contextos sociales y culturales, considerando el significado que los participantes atribuyen a sus prácticas o con los objetos con los que interactúan. En

[4] Es un Software de Adobe, https://lightroom.adobe.com, que permite visualizar, gestionar y editar imágenes. Se habla de una herramienta de flujo de trabajo, ya que permite el tratamiento de las imágenes de forma secuencial, considerando las diversas fases del proyecto, investigador o profesional.

nuestro caso, por ejemplo, las fotografías y los vídeos se almacenaron considerando a sus autores.

Esta forma de aproximarnos a los datos se entenderá mejor desde las reflexiones de Kress (2010), que interpreta los procesos de comunicación a través del discurso en lo que llama "el paisaje semiótico". La comunicación visual tiene lugar en un contexto donde, como vimos en el apartado anterior, están presentes modos y formas de comunicación y también en un contexto social que introduce usos y valoraciones. Por ejemplo, es evidente que todo ello se revelará en las producciones de los niños y los investigadores ya que ellas y ellos son creadores de contenido. Desde su perspectiva estos datos se acercan a un paisaje que tiene una historia y que se está rehaciendo continuamente. Los modos semióticos están conformados por las características y posibilidades intrínsecas del medio y por los requerimientos, historias y valores de la sociedad y su cultura.

Fotografía y trabajo etnográfico

Hemos de reconocer que trabajar con fotografías no ha sido una tarea fácil. Son documentos complejos, con menos tradición que los textos escritos considerados como fuentes de datos o estrategias utilizadas para dar a conocer y publicar los resultados de la investigación. Sin duda, su papel es relevante en tres momentos, la toma de datos, el análisis y la publicación. En cada uno la aproximación es diferente y se habrá de responder a preguntas como las siguientes: 1) Durante la toma de datos, ¿qué fotografías hacer?, ¿por dónde comenzar? 2) En ese momento, explorar la información como punto de partida para la reflexión y el análisis es, quizás, lo más difícil, buscar el sentido y el significado alrededor de una determinada unidad de análisis suele ser un buen camino. En nuestro caso esas unidades suelen tener distinta amplitud, por ejemplo, puede ser un taller concreto, un grupo pequeño de personas que han trabajado juntas, una sesión, y muchas veces una persona que ha asistido a todo el taller. 3) Otro tema especialmente relevante es cómo incorporar la fotografía a la publicación que da cuenta de los resultados del trabajo etnográfico. Pink (2013) propone combinar imágenes y texto escrito. La clave es analizar y reflexionar como se construye la relación sobre el texto, la imagen y contexto. Lo esencial es tener en cuenta qué tipo de información puede transmitir cada uno. Las imágenes que aparecen en la figura 8 ayudarán a comprender su papel

FIGURA 8. BUSCANDO UNA HISTORIA DEL TALLER

Las fotografías que incluimos en la figura 8 son una muestra de cómo los recursos visuales han de entenderse en su contexto. Incluso, podemos aceptar que su significado es subjetivo, depende de quien lo mira, cuándo y dónde. Incluso la misma fotografía puede tener distintos significados a lo largo del proceso, en relación con diferentes audiencias que forman parte de distintos contextos temporales, espaciales y culturales. Recordemos que en ningún momento la etnografía renuncia a la subjetividad del investigador ni tampoco a procesos de intersubjetividad, que implican compartir los significados, muchas veces con otros participantes. Además, el investigador debe ser consciente de las teorías que informan su práctica, de sus relaciones con los sujetos y de otras aproximaciones.

Profundizando en el tema, Pink (2013) menciona dos posibles interpretaciones a la fotografía en contexto, en el momento de la toma de datos. La primera, a la que denomina "atención accidental", que trata de captar la actividad en cuanto que forma parte de un proceso. En nuestro caso, uno de los investigadores asume el rol de fotógrafo, con la meta general de dar cuenta de lo que allí ocurre. La segunda es la que se denomina "concentración", que refleja una forma de mirar intencional y estructurada, sus resultados son varias secuencias de imágenes, incluso desde distintas perspectivas. En nuestro caso uno de los investigadores en otras ocasiones, decide centrarse en aspectos determinados, previamente planificados o que ha surgido durante la sesión. Estas dos técnicas producen

dos tipos de imágenes y diferentes formas de conocer, próximas a diferentes subjetividades y resultado de distintos procesos de reflexión

Video en etnografía

La accesibilidad de las cámaras de video ha abierto sin duda múltiples posibilidades a la investigación. Los avances tecnológicos son imparables. Pink (2013) nos invita a explorarlas en culturas concretas y desde una mirada colectiva. Sugiere una aproximación reflexiva que implica considerar el contexto y las prácticas asociadas a ellas.

Pensemos, por ejemplo, en la evolución de las cámaras domésticas, que durante largo tiempo apoyaron el trabajo etnográfico. Comienzan a aparecer en los años 60 y hoy, seguramente, están siendo desplazadas por los móviles[5]. También ha de tenerse en cuenta el lugar de las cámaras de video profesional en este tipo de investigación. En nuestro trabajo también hemos ido evolucionando en relación con el modo en que se ha utilizado la grabación en vídeo. Veamos cuál ha sido su papel en distintos momentos de la investigación y también a lo largo del tiempo con cierto detalle.

La cámara de vídeo durante la toma de datos

Una cámara puede estar presente, grabando horas y horas desde el mismo punto de vista. Esto es lo que ocurría en nuestros primeros estudios. Quizás no éramos conscientes de que la cámara aporta una mirada, simplemente por el hecho de introducirla en un punto fijo y estable. Además, a la ausencia de una reflexión en profundidad sobre el uso del vídeo se unía la falta de personas que pudieran dedicarse únicamente a la grabación. Si pensamos que estábamos en contextos naturales, el número de investigadores en el entorno era también un punto a tener en cuenta.

Poco a poco fuimos evolucionando y se comprobó que quien graba aporta una mirada, que necesariamente ha de ser considerada. Las mismas cámaras domesticas se utilizaron de forma reflexiva. No sólo una sino varías, usadas por distintos investigadores. Siempre tuvimos en cuenta que la mayoría de lo que ocurría en el entorno de la investigación, casi siempre talleres, había de ser registrado para captar el significado de las situaciones. Las grabaciones visuales se debían acompañar por sumarios, textos escritos o grabaciones de audio, en las que el investigador daba cuenta de su perspectiva, de aquello que le había interesado y de por qué adoptaban un enfoque determinado y no otro respecto a lo que

[5] https://www.timetoast.com/timelines/camcorders se puede observar la evolución de estas cámaras domésticas en una línea de tiempo.

ocurría. Por ello las narraciones de lo que había ocurrido en el taller, aporatadas junto a la grabación, eran siempre útiles en el momento de la interpretación.

Un tercer momento estuvo representado por la introducción de cámaras profesionales en nuestro trabajo etnográfico, al menos tres en cada sesión del taller. Puede explicarse porque trabajábamos en entornos abiertos espacial y socialmente. En este caso, participando en talleres de educación no formal, donde las personas se desplazan a lo largo y ancho de un gran edificio, incluso salen a la calle. Es difícil grabar todo lo que ocurre, la selección se impone y, de nuevo, los sumarios de los investigadores, interpretando su mirada son esenciales. Además, en estos entornos, muy amplios, la persona que graba no implica la presencia de algo intrusivo.

Nuestros trabajos más recientes nos han ayudado a descubrir que la presencia de la cámara de vídeo, el modo en que se utiliza, así como el tipo más adecuado y su tamaño, dependen de la pregunta y el contexto donde se lleva a cabo el estudio. Por ejemplo, cuando hemos estado presentes en las comunidades de fans, en momentos iniciales del trabajo, la vuelta a las pequeñas cámaras se ha revelado esencial; ahora podemos utiliza modelos Go Pro, cuyo tamaño no es en ningún caso intrusivo y la calidad de la grabación es muy alta.

En suma, la cámara de vídeo amplia las perspectivas de la mirada, que el investigador ha de hacer muchas veces explícita (Pink, 2012). Por tanto, en ningún caso es independiente de otras fuentes de datos, como los sumarios, las fotografías, los pantallazos o las grabaciones de audio. No podemos olvidar que recogemos la presencia de objetos, instrumentos, prácticas, y relaciones sociales, en entornos culturales de los que hemos de dar cuenta.

El vídeo como instrumento para análisis, la reflexión y la publicación

Cuando una investigación etnográfica comienza, la toma de datos y su interpretación se entrelazan desde el primer momento. Progresivamente el investigador se encuentra ante un mar de información que deberá ir ordenando y clasificando bajo el riesgo de perderse definitivamente en ellos. Es importante, como hemos mencionado al hablar de la fotografía, que la organización tenga en cuenta las unidades de análisis que se fueron definiendo durante la planificación del trabajo.

La cuestión es cómo interpretar los datos de vídeo. Veamos un ejemplo, que procede también de nuestro trabajo. Observemos ahora la figura 9, en la que aparecen algunos

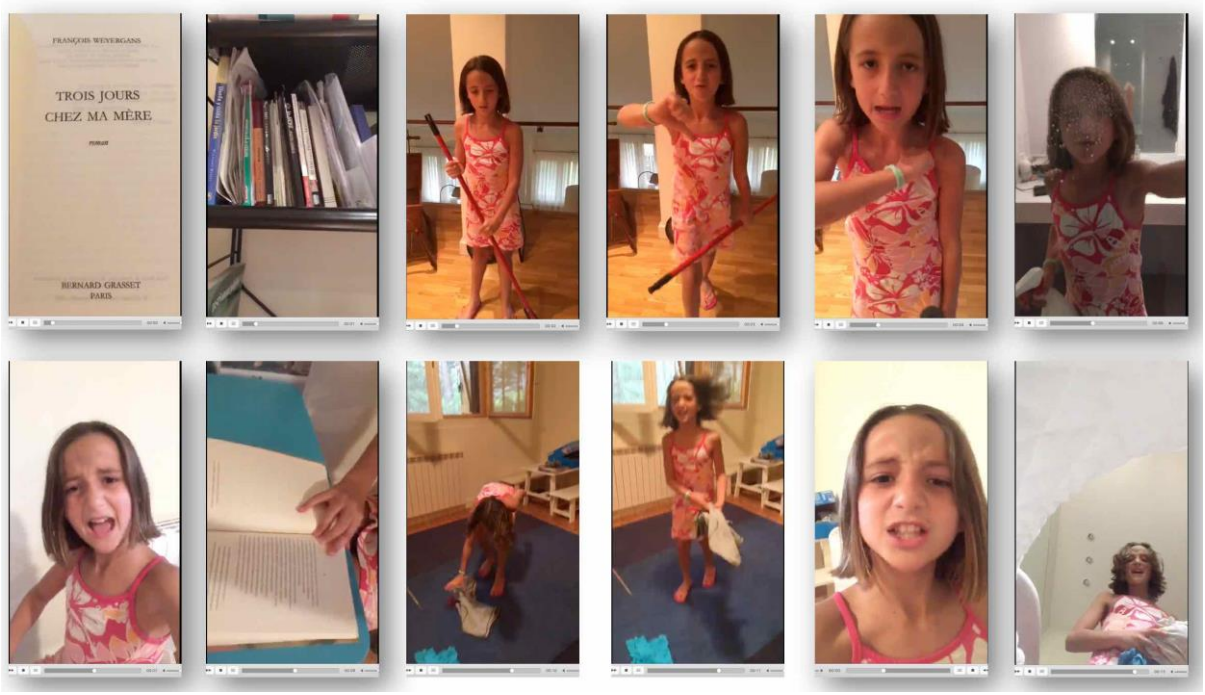
fotogramas de un video clip que una niña participante en los talleres subido a Musical.ly[6]. Se trata de una aplicación para dispositivos móviles que permite producir videoclips y que facilita la creación a través de la participación en la red, de acuerdo con la información incluida en su página web. Los creadores pueden expresarse a través de vídeos de 15 segundos o menos en los que pueden cantar, bailar, actuar, e incluso actuar en formato de karaoke. Los participantes se convierten, además, en "musas" que pueden inspirar a otros usuarios. Se favorece la competitividad, buscando los mejores vídeos que podrán inspirar a otros usuarios. En la aplicación, entre otros recursos, es posible utilizar hashtags, existe un ranking de las canciones más populares utilizadas entre los usuarios, también de los vídeos más recientes. Veremos un ejemplo de cómo Nadia utiliza la aplicación utilizando un lenguaje multimodal. Toda la producción tiene como motivo la canción "*It's the Hard Knock Life" (La vida golpea duro)*[7] que procede del musical Annie[8], representado en Broadway en 1977 y que se ha presentado en México en 2015. Se trata de la historia de una niña huérfana y sus aventuras. En el caso de la producción de Nadia, considerando los fotogramas y lo que ella misma nos contó, ha querido hacer una actuación relacionada con el contenido de la canción. Podríamos hablar de que la niña se mueve en un contexto trans-media, donde las representaciones se construyen considerando la información que procede de diversa fuentes. Nos aporta su visión de la realidad cotidiana de ella o de su familia, utilizando un lenguaje multimodal que los investigadores debemos explorar, analizar e interpretar. Se refiere a dos tipos de tareas, las relacionadas con la escuela y las tareas del hogar, en este caso la limpieza, el hecho de recoger la ropa abandonada en el suelo, u otras similares.

[6] musical.ly http://musical.ly/ una aplicación que permite combinar diversos recursos semióticos para crear videoclips. En la misma página se indican las posibilidades que ofrecen http://musicallyapp.tumblr.com/artists

[7] La canción aparece en YouTube https://www.youtube.com/watch?v=Uls1p9fYwLw, en el marco del musical Annie

[8] En la versión española de Wikipedia existe una buena introducción https://es.wikipedia.org/wiki/Annie_(musical)

FIGURA 9. EL VÍDEO EN EL TRABAJO ETNOGRÁFICO



Hemos mostrado cómo el vídeo, en este caso la producción de una de las participantes en un trabajo etnográfico, nos acerca a las culturas locales y a sus prácticas, en este caso la presencia en las redes sociales. Lo mismo que en la fotografía la cámara llega a formar parte de la identidad del usuario, de sus formas de consumir y producir. En este caso las conversaciones con Nadia nos permitieron interpretar el proceso por el que lo había elaborado. La accesibilidad de los nuevos medios de grabación para cualquier usuario, muchas veces a través de teléfonos móviles o tabletas, aportan información que hace pocos años habría pasado desapercibida. Incluso, a diferencia de lo que ocurre en la etnografía tradicional en la que el investigador cuida el proceso de cómo introducir la cámara, aquí puede permanecer oculto. Finalmente, señalaremos que el hecho de visionar y comentar el video con su autora abrió la puerta a nuevas formas de interpretación. En este sentido, explorar colaborativamente y ver conjuntamente implica un proceso de aprendizaje que forma parte de la observación participante.

Universos visuales y datos cuantificables

Los procesos relacionados con la visualización han estado presentes con fuerza en la matemática[9]. Pensemos en la geometría, donde los diagramas son un camino para representar relaciones entre conceptos. También son bien conocidos en estadística, como una forma habitual de representar los datos. Hoy estas formas de visualización científica, son inseparables de la creación de software específico que facilita su el procesamiento de grandes cantidades de datos, a los que hoy se da el nombre de *big data*[10]. En estos casos las representaciones visuales se convierten en una puerta de acceso imprescindible en la interpretación cuantitativa. En cualquier caso, la relación de la intepretación de este tipo de datos con la teoría ha generado diversas polémicas. Incluso trabajos de divulgación[11] dan cuenta de ello, como ocurre con l aparición del artículo *The end of theory: the data deluge makes the scientific method obsolete,* en la revista Wired (Anderson, 2008). En este contexto son relevantes los estudios de Lev Manovich que revisamos a continuación. Observando su página Web[12], llama la atención, desde el primer momento, el hecho de que se mezclan representaciones figurativas y no figurativas, sin olvidar que todos los estudios que aquí se mencionan se relacionan directamente con el concepto de big data. A nuestro juicio estamos ante un ejemplo de que la abstracción y el pensamiento situado se entrecruzan

Imágenes digitales y analógicas

La aparición de los medios digitales no ha sido la única revolución que se ha producido en el mundo de la comunicación. La imprenta, por ejemplo, afectó sobre todo a la distribución de la información. La fotografía incidió en el tipo de representación que se producía. Hoy, la revolución asociada al ordenador es más amplia, afecta a todos los momentos de la comunicación, incluyendo la adquisición, creación, manipulación, almacenamiento y distribución. Afecta también a los modos a través de los que las personas interactúan a través de textos, imágenes en movimiento o estáticas, y sonido, hablamos también de simulación y espacios en 3D.

---

[9] Un ejemplo puede encontrarse en el Virtual Math Museum, con numerosas representaciones visuales relacionadas con formas geométricas http://virtualmathmuseum.org/gallerySC.html , dependiente del grupo de investigación 3D-XplorMath Home Page

[10] La aparición de numerosas revistas científicas sobre el tema da idea de la importancia de este concepto en los último años. Por ejemplo, *Big Data Research* https://www.journals.elsevier.com/big-data-research, o *Big Data & Society* (BD&S) http://journals.sagepub.com/home/bds

[11] Mark Graham Big data and the end of theory? *The Guardian* Friday 9 March 2012 http://bit.ly/2lANC8J

[12] http://manovich.net Incluye publicaciones y proyectos, información muy actualizada

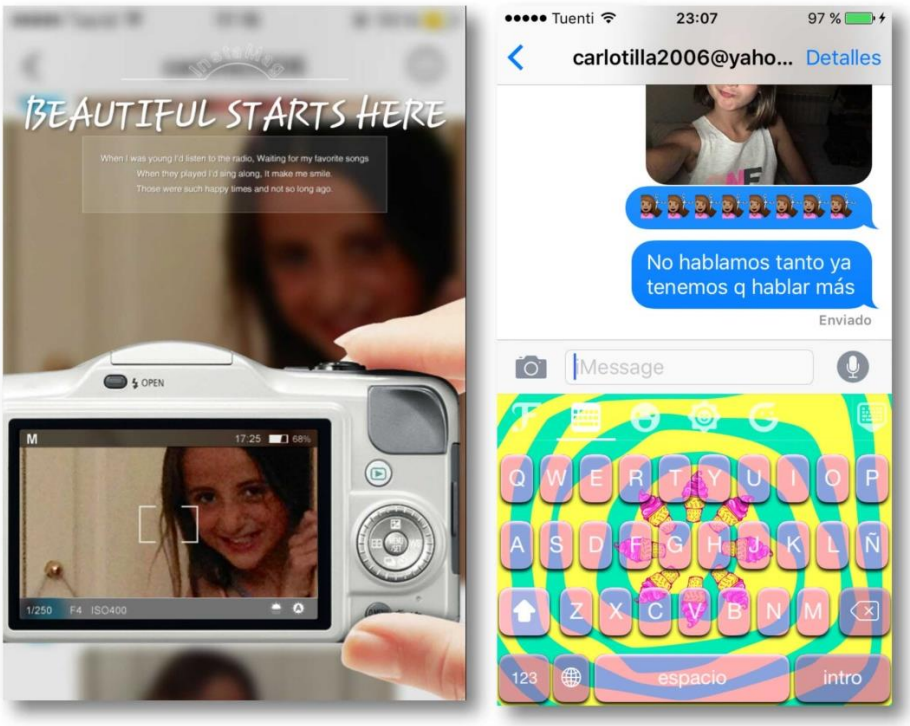
Una de las distinciones más relevantes que ofrece Manovich (2001/2005), para contextualizar lo que representa la visualización mediada por ordenador en relación con el mundo de los datos cuantitativos, se refiere a las distinciones que establece entre las imágenes analógicas y las digitales. Éstas dependen de códigos binarios que permiten construirlas. Introduce estos conceptos hace ya algunos años en relación con lo que a comienzos del siglo XXI llama nuevos medios. Éstos son los que se relacionan con la comunicación apoyada en el ordenador, considerando todos sus procesos y momentos, es decir, adquisición, manipulación, almacenamiento y distribución Son actividades que normalmente se realizan con el ordenador. Afecta también a todos los tipos de textos: imágenes estáticas, en movimiento, sonido o construcciones espaciales.

Quizás uno de las distinciones más relevantes a la hora de delimitar esas distinciones es la que se establece entre imágenes digitales y analógicas. Los medios digitales son diferentes de los analógicos. Estos son continuos, es decir, no son divisibles, se presentan como una totalidad. Los códigos digitales son números o letras que nos acercan a la cosa representada. La digitalización consiste en dos procesos: elaborar una muestra y cuantificarla. Por ejemplo, los pixeles son las unidades para representar las imágenes digitales, son puntos homogéneos de color en los que se puede dividir la imagen. Su frecuencia se relaciona con la resolución. Son datos discretos, es decir, no son continuos. No hemos de olvidar que para que exista un lenguaje las unidades han de ser discretas. Los rasgos que se asignan en la tabla 3 a la imagen digital ayudarán a comprender las características de los nuevos medios.

Para comprender de forma práctica las implicaciones de la presencia de imágenes digitales en la vida cotidiana de las personas, considerando el lenguaje de los nuevos medios veremos un ejemplo. En este caso consideramos algunas imágenes que Nadia, una de las participantes en nuestros talleres mencionada anteriormente, publica en Instagram. Sus fotografías hubieran sido diferentes de haber manejado una cámara analógica. Nos fijaremos ahora en las posibilidades que se abren desde su teléfono móvil, que van mucho más allá de la posibilidad de utilizar una cámara de fotos. El software y el hardware se entrelazan en la transformación de las imágenes.

La figura 10 ayudará a entender algunas de las propiedades que pueden atribuirse al lenguaje de los nuevos medios, en principio consideraremos cinco (Manovich, 2001/2005).

FIGURA 10. IMÁGENES DIGITALES Y NUEVOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN



Representaciones numéricas

Los objetos compuestos por un computador manejan un código digital, son representaciones numéricas, y ello tiene dos consecuencias.: a) pueden ser descritos formalmente, es decir, a través de fórmulas matemáticas; b) están sujetos a una manipulación algorítmica. Por ejemplo, aplicando determinados algoritmos se pueden modificar algunos de sus aspectos como mejorar el contraste o la forma, incluso cambiar las proporciones. En términos muy generales entendemos que un algoritmo es un conjunto de pasos que permiten alcanzar la solución de un problema; en nuestro caso se inscriben en modelos matemáticos. Esto significa que los medios se hacen programables. Pensemos en las dos imágenes incluidas en la figura 10. La que contemplamos a la izquierda incluye dos representaciones de Nadia, con diferente grado de nitidez, el software que maneja a través de una aplicación concreta[13] que permite manejar diversos

[13] Pip camera http://apple.co/2dDeyGv en iTunes, o en Google Play http://bit.ly/1HsGrp9

filtros y marcos para diferenciar los objetos que se incluyen en la imagen. Los códigos que controlan las imágenes que Nadia sube a Internet están guiadas por códigos matemáticos, controlados por el software de las aplicaciones que utiliza.

Modularidad

Ya hemos visto que los nuevos medios están compuestos por muestras discretas. Esas muestras se unen para formar objetos a una escala más amplia. Dichos objetos, a su vez pueden ser combinados. La Web es un ejemplo de modularidad. Cada elemento es accesible por sí mismo. Esto es lo que ocurre también en las imágenes que venimos comentando. Por ejemplo, en la imagen derecha de la figura 5 se ha trabajado con una captura de pantalla, en la que no sólo está presente el teclado que Nadia utiliza, sino también elementos de WhatsApp.

Automatismo

Es una posibilidad del ordenador o del dispositivo móvil inteligente. Por ejemplo, de forma automática podemos cambiar todo el formato de un texto, utilizando los estilos de Word. Lo mismo ocurre con Photoshop cuando lo aplicamos a un conjunto de imágenes, para, por ejemplo, mejorar su color. Niveles mucho más complejos de automatismo se dan en los videojuegos, donde se puede prever que determinadas acciones del jugador den lugar siempre a los mismos tipos de cambios en la pantalla.

Variabilidad

Los objetos digitales no son fijos. Un objeto puede existir en potencialmente infinitas versiones. Ello es una consecuencia de la codificación numérica y la estructura modular de los nuevos medios. Pensemos, por ejemplo, en una base de datos que almacenan las imágenes. Allí podemos guardar múltiples copias de una misma imagen en la que hemos introducido diversos tipos de modificaciones. Pensemos, por ejemplo, en el modo en que pueden ser organizados los datos, en nuestro caso las carpetas de imágenes del iPad o los nexos entre distintas informaciones a través de híper-links.

Códigos transculturales

En los objetos generados por el ordenador podemos pensar en dos tipos de niveles a nivel de la información a la que permiten acceder y a las habilidades de los usuarios que permitirán interpretarlas: culturales, por ejemplo, contar una historia, y computacionales,

como es el hecho de actualizar mecánicamente los estilos de un texto. Ambas dimensiones interactúan y es difícil entender uno sin el otro.

En síntesis, las imágenes constituyen un poderoso instrumento de comunicación cuando las personas manejan instrumentos digitales. El modo en que aparecen esconde otros códigos que las hacen posibles. Una conciencia de que están detrás de lo que aparece en las pantallas ayudará a comprender su complejidad y su valor, además de a controlarlas para construir significados en múltiples contextos.

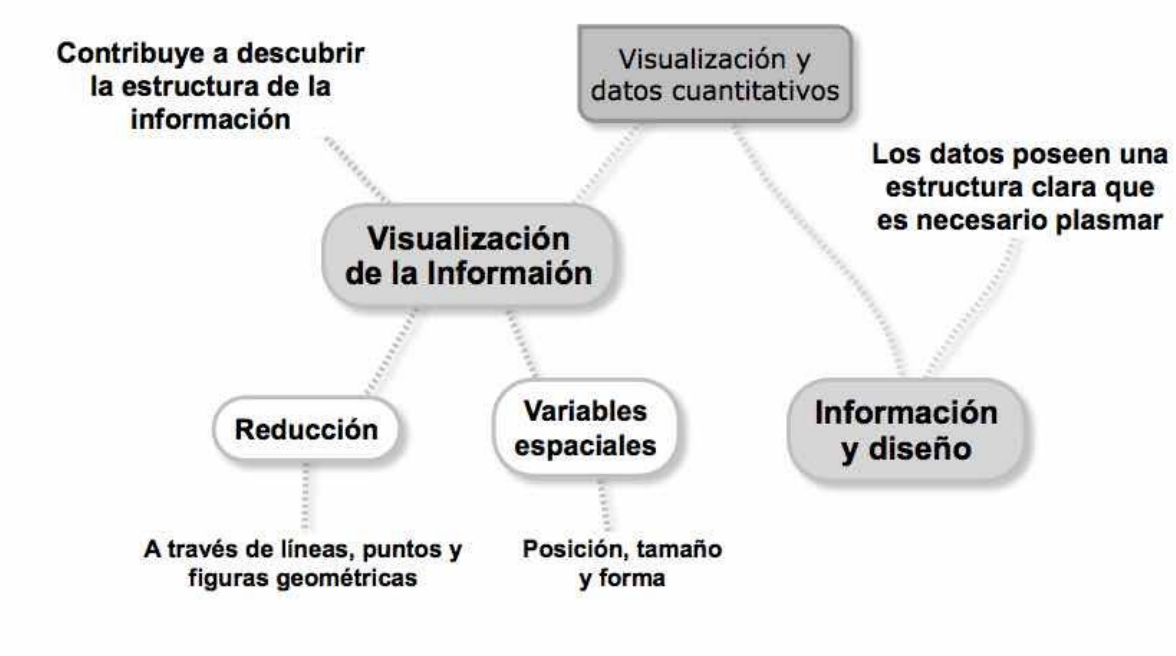
La visualización en un mundo cuantificado

La exposición realizada hasta el momento en relación con el trabajo de Manovich habrá permitido comprender que su aproximación es muy distinta a la que aporta (Pink, 2012), a la que nos hemos referido al hablar de la etnografía, buscando el significado de prácticas cotidianas en entornos sociales y culturales. Manovich (2002) define la visualización como una transformación de datos cuantificados, que no son visuales, a una representación visual. Se alude a una distinción, que se quiere trascender, entre lo concreto y lo abstracto, expresado esto último en un lenguaje formal,. En un trabajo posterior se ha preocupado de profundizar en el concepto de lo visual en las ciencias sociales.

> "Definamos la visualización de la información como un mapeado entre datos discretos y una representación visual. Podemos utilizar diferentes conceptos más allá de la representación, cada uno incluye significados adicionales"
>
> (Manovich, 2010 :2)

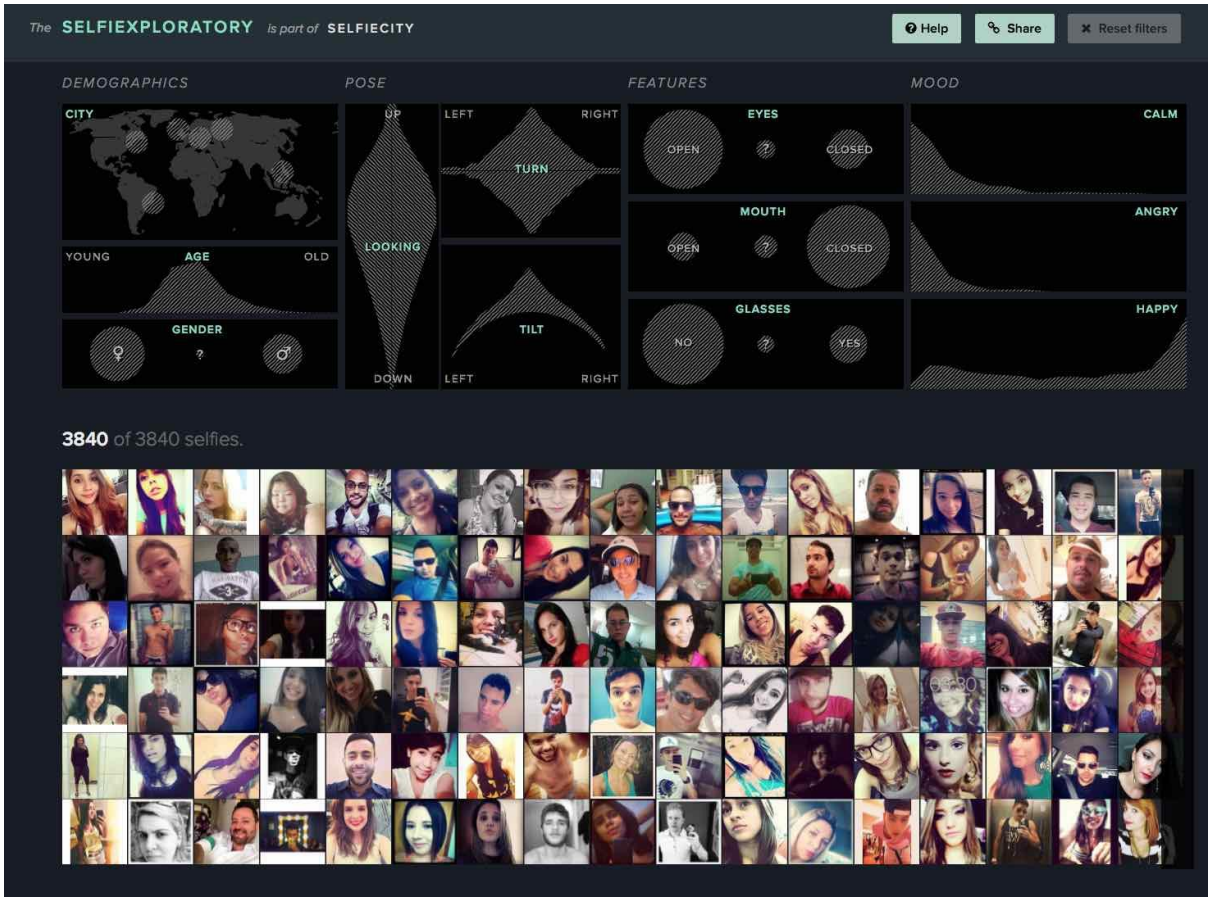
Tras sus ideas se esconden dos elementos que están ausentes de la etnografía visual. Por una parte, como ya se ha indicado, la presencia de datos cuantitativos, por otra, la capacidad de procesarlos en el contexto de Internet a través algoritmos matemáticos. En este contexto se refiere a las representaciones visuales con el término *infovis,* entendido como la comunicación de los datos abstractos a través del uso del interfaces visuales interactivos. La figura 11 sintetiza los conceptos fundamentales que utiliza el autor y que nos permiten establecer distinciones entre diversas aproximaciones a los datos cuantificables, así como los principios que las rigen. En un caso los datos tienen ya una estructura, que se hace más visible a través del diagrama, en el otro la representación tiene un poder heurístico y ayuda a descubrir la estructura de los datos, esto es lo que ocurre en representaciones que se sitúan el paradigma de lo que hoy se ha considerado "big data".

FIGURA 11. VISUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN EN CONTEXTOS CUANTITATIVOS



En suma, de acuerdo con Manovich (2014) la visualización digital busca hacer visibles patrones y relaciones entre los datos. Los interfaces digitales aportan formas nuevas de acercarse a los datos. La figura 12 muestra la forma en que se presentan los datos de uno de sus proyectos bien conocidos. La imagen incluye representaciones figurativas y no figurativas, incluyendo datos cuantitativos.

FIGURA 12.REPRESENTACIONES VISUALES Y DATOS CUANTITATIVOS HTTP://SELFIECITY.NET/LONDON/



Estas técnicas demuestran que lo pictórico puede estar presente más allá de la abstracción. (Manovich, 2012, 2014) se ha referido recientemente al modo en que estos métodos de visualización pueden ayudar a los investigadores en humanidades que se aproximan, prioritariamente, a objetos culturales. Su meta es doble: 1) utilizar técnicas de visualización y análisis computacionales de grandes cantidades de imágenes y videos, presentes en los investigadores de los medios o en humanidades; 2) examinar prácticas y técnicas de visualización, así como análisis de datos computacionales, articulando nuevas cuestiones de investigación, relacionadas con "*big cultural data*".

Breves reflexiones a modo de conclusión

Este trabajo ha mostrado el papel de diferentes estrategias de visualización en la construcción del conocimiento científico, especialmente en las ciencias sociales. Hemos mostrado como la visualización tiene, en principio una doble función. Por una parte,

permite establecer explícitamente relaciones entre los modelos teóricos y los datos, es más, puede contribuir a desarrollar e innovar en la teoría, manteniendo estrechas relaciones con el mundo real. La visualización, por otra parte, puede asociarse a formas de conocer y representar el mundo a través de signos. En este contexto hablamos de modos. Los modos visuales se relacionan con otros, por ejemplo, la música, el gesto o los objetos 3D. Hablamos entonces de discursos multimodales, especialmente relevantes en entornos mediados por la tecnología digital. situándonos en este contexto hemos mostrado de papel de la visualización en la interpretación de los datos, considerando dos modelos, la etnografía visual y el tratamiento que Lev Manovich de los llamados *big data*. En este apartado se revela cómo el papel del investigador y los modelos teóricos tienen un mayor peso en etnografía. Esta conclusión habrá de ser explorado en nuevos estudios.

Referencias

Alač, M. (2014). Digital Scientific Visuals as Fields for Interaction In Catelijne Coopmans, J. Vertesi, M. Lynch, & S. Woolgar (Eds.), *Representation in scientific practice revisited* (1st MIT Press ed., pp. 61-88). Cambridge, Mass.: MIT Press.

Anderson, C. (2008). The end of theory: the data deluge makes the scientific method obsolete, en la revista Wired. *https://www.wired.com/2008/06/pb-theory/*.

Baudelaire, C. (1962). Salon de 1859. In Curiosités esthétiques. . In H. Lemaître. (Ed.), *L'Art romantique et autres oeuvres critiques,* . Paris Editions Garnier. http://visualiseur.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k101426n

Berwick, R. C., & Chomsky, N. (2016). *Why only us : language and evolution*. Cambridge, MA: The MIT Press.

Bezemer, J. J., Jewitt, C., & O'Halloran, K. L. (2016). *Introducing multimodality*. London ; New York: Routledge.

Block, B. A. (2008). *The visual story: creating the visual structure of film, TV and digital media* (2nd ed.). Amsterdam ; Boston: Focal Press/Elsevier.

Böck, M., Pachler, N., & Kress, G. R. (2013). *Multimodality and Social Semiosis : Communication, Meaning-Making and Learning in the Work of Gunther Kress*. New York: Routledge.

Boellstorff, T., Marcus, G. E., & Taylor, T. L. (2012). *Ethnography and virtual worlds : a handbook of method*. Princeton: Princeton University Press.

Chandrasekaran, B., Glasgow, J., & Narayanan, N. H. (1995). *Diagrammatic reasoning : cognitive and computational perspectives*. Menlo Park, Calif. Cambridge, Mass.: AAAI Press; MIT Press.

Clancey, W. J. (2012). *Working on Mars : voyages of scientific discovery with the Mars exploration rovers*. Cambridge, Mass.: MIT Press.

Coopmans, C., Vertesi, J., Lynch, M., & Woolgar, S. (Eds.). (2014). *Representation in scientific practice revisited* (1st MIT Press ed.). Cambridge, Mass.: MIT Press.

Daston, L. (2014). Beyond Representation. In Catelijne Coopmans, J. Vertesi, M. Lynch, & S. Woolgar (Eds.), *Representation in scientific practice revisited* (1st MIT Press ed., pp. 319-322). Cambridge, Mass.: MIT Press.

Heath, C., & Hindmarsh, J. (2002). Analysing interaction: Video, ethnography and situated conduct. In T. May (Ed.), *Qualitative research in action* (pp. 99-121). London: SAGE.

Hjorth, L., Horst, H. A., Galloway, A., & Bell, G. (2017). *The Routledge companion to digital ethnography*. New York, NY: Routledge.

Kress, G. R. (2010). *Multimodality : a social semiotic approach to contemporary communication*. London ; New York: Routledge.

Lacasa, P. (2016). Editar libros interactivos. Aquí están los nuestros. In P. Lacasa (Ed.), *Blog. Nuevos medios. La tecnología transforma.* . Madrid: http://bit.ly/1LvjyqM

Lacasa, P., Fuente, J. d. l., & Méndez, L. (Eds.). (2015a). *Jóvenes digitales. Lenguajes multimodales iBooks. https://itun.es/es/3651-.l (Libro Interactivo)* (Vol. ID Apple id1054318263). Madrid: iTunes, Apple Store.

Lacasa, P., Fuente, J. d. l., & Méndez, L. (Eds.). (2015b). *Jovenes Digitales. Talleres Interactivos. (iBook) https://itun.es/es/cZ7Z-.l* (Vol. ID Apple id1053801666). Madrid: iTunes, Apple Store.

Lacasa, P., Fuente, J. d. l., & Méndez, L. (Eds.). (2015c). *Redes sociales en la adolescencia. Crear y participar https://itun.es/es/2AnO-.l (Libro Interactivo)* (Vol. ID Apple id1050728118). Madrid: iTunes, Apple Store.

Lacasa, P., Méndez, L., & de-la-Fuente, J. (2016). Fandom, music and personal relationships through media: how teenagers use social networks. *Journal of the International Association for the Study of Popular Music* http://bit.ly/2kgD5n4 . Special Issue "New Directions in Music Fan Studies". Editors Mark Duffett & Koos Zwaan(1), V 6 (1), 44-67. DOI 10.5429/2079-3871(2016)v6i1.4en

Lacasa, P., Rut Martinez-Borda, & Mendez, L. (2013). Media as Practice: Narrative and Conceptual Approach for Qualitative Data Analysis. *Studies in Media and Communication.* http://bit.ly/2kz66Xc , *1*(1), 132-149.

Lynch, M. (2014). Representation in Formation In Catelijne Coopmans, J. Vertesi, M. Lynch, & S. Woolgar (Eds.), *Representation in scientific practice revisited* (1st MIT Press ed., pp. 323-329). Cambridge, Mass.: MIT Press.

Lynch, M., & Woolgar, S. (1990). *Representation in scientific practice* (1st MIT Press ed.). Cambridge, Mass.: MIT Press.

Manovich, L. (2001/2005). *El lenguaje de los nuevos medios*. Barcelona: Paidos.

Manovich, L. (2002). Data Visualization as New Abstraction and Anti-Sublime. *http://manovich.net/content/04-projects/040-data-visualisation-as-new-abstraction-and-anti-sublime/37_article_2002.pdf*.

Manovich, L. (2010). What is Visualization? *http://manovich.net/index.php/projects/what-is-visualization*.

Manovich, L. (2012). Media Visualization: Visual Techniques for Exploring Large Media Collections In K. Gates (Ed.), *Media Studies Futures*. http://manovich.net/index.php/projects/media-visualization-visual-techniques-for-exploring-large-media-collections: Blackwell,.

Manovich, L. (2014). Visualization Methods for Media Studies. In C. Vernallis, A. Herzog, & J. Richardson (Eds.), *Oxford Handbook of Sound and Image in Digital Media* (pp. 253-278). New York: Oxford University Press.

Peirce, C. S. (1906). Prolegomena to an Apology for Pragmatism. *The Monist, 16*(4), 492–546.

Peirce, C. S. (1931/1935). *Collected Papers*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Pink, S. (2001). *Doing visual ethnography*. London: Sage.

Pink, S. (2012). *Advances in visual methodology*. London ; Los Angeles: Sage Publications.

Pink, S. (2013). *Doing visual ethnography* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Pink, S., Horst, H., Hjorth, J. P. L., Lewis, T., & Tacchi, J. (2015). *Digital ethnography : principles and practice* (1st edition. ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publication.

Rose, G. (2001). *Visual Methodologies*. London: Sage.

Swedberg, R. (2016). Can You Visualize Theory? On the Use of Visual Thinking in Theory Pictures, Theorizing Diagrams, and Visual Sketches. *Sociological Theory, 34*(3), 250-275. doi:doi:10.1177/0735275116664380

Vartesi, J. (2014). Drawing as: Distinctions and Disambiguation in Digital Images of Mars Janet Vertesi. In Catelijne Coopmans, J. Vertesi, M. Lynch, & S. Woolgar (Eds.), *Representation in scientific practice revisited* (1st MIT Press ed., pp. 15-36). Cambridge, Mass.: MIT Press.

Wittgenstein, L. (1968). *Phylosophical Investigations*. Oxford: Basil Blackwell.

Tecnologías de Realidad Virtual y Aumentada como Medios Emergentes para la Divulgación y Comunicación de la Ciencia: Procesamiento y Representación de la Información

Jose Luis Rubio-Tamayo

Profesor Asociado.

Departamento de Ciencias de la Comunicación y Sociología.

Universidad Rey Juan Carlos

Camino del Molino S/N.

Fuenlabrada (Madrid). SPAIN

joseluisrubiotamayo@ciberimaginario.es / jose.rubio.tamayo@urjc.es

Resumen

El permanente proceso de evolución de la tecnología de la información y la comunicación hacia unos cada vez más evidentes niveles de interacción y de inmersión están transformando profundamente el contexto en el que se produce y se transmite la información. Este tipo de tecnologías (realidad virtual, realidad aumentada, sensores de movimiento corporal, wearables), si bien no surgen recientemente, la rápida implantación de dispositivos como cascos de realidad virtual o HMD, aplicaciones de realidad aumentada para artefactos móviles, o sensores de movimiento o MSID (motion sensing input devices) en el contexto cotidiano, ha abierto un gran campo de posibilidades para diseñar experiencias en las que el flujo de comunicación sea multidireccional, teniendo un enorme potencial todavía por explorar en campos como la medicina, las industrias culturales, la divulgación del conocimiento científico o el diseño de escenarios educativos

inmersivos y con diversos grados de interacción. La tecnología y los medios digitales plantean, a este respecto, procesos innovadores en la comunicación e interacción entre la información, el medio y los usuarios, planteando, a su vez, la posibilidad de investigar en el desarrollo de nuevos lenguajes o la evolución de los ya existentes, para diversificar el proceso de comunicación. El contexto en el que se desarrolla y evoluciona esta nueva generación de tecnologías de la información y la comunicación nos sitúa frente a un escenario de nuevos modelos de producción, generación y transmisión de la propia información, donde, a su vez, la convergencia entre ciencia, arte, tecnología y comunicación plantean numerosas posibilidades en lo relativo al desarrollo de nuevas líneas de trabajo.

Palabras clave

Realidad virtual, inmersión, representación visual, interactividad, divulgación científica, comunicación científica

Abstract

The continuous evolution process of information and communication technologies (ICTs) through high immersive and interactive levels are transforming the framework in which information is produced and communicated. This kind of technologies (virtual reality, augmented reality, motion sensors, wearables) has not arranged in recent years. However, the fastest growing implementation of devices such as HMD, augmented reality apps for mobile devices or motion sensing input devices in everyday context, has open a wide variety of possibilities for designing experiences where communicative fluxus are multidirectional. It has still a big potential to be explored in fields such as health sciences, cultural industries, divulgation of scientific knowledge or design of immersive educational environments. Technology and digital media project innovative processes in communication and interaction between factors such as information, environment/medium, and users, setting out in turn, possibilities in research for develop new langages or the evolution of exisiting ones, in order to diversify communication process. The context in which evolues and develop this new ICT generation set us up in a framework where new models for producing, generate and broadcast information where convergence between science, art, technology and communications open the possibilities for work in research in various domains.

Keywords

Virtual reality, immersion, visual representation, interactivity, scientific divulgation, scientific communication

Introducción

La realidad virtual (VR), aumentada (AR) y mixta constituyen una generación de medios tecnológicos en auge, que redefinen el escenario de la interacción de las y los usuarios con los diferentes niveles de información y, a su vez, con el espacio planteando numerosas líneas investigación emergentes, que son aplicadas a diversos campos y áreas de investigación y estudio. Desde sus aplicaciones en la educación y la divulgación científica (Mintz et al., 2001, Seo et al., 2017) hasta aplicaciones médicas en campos como el tratamiento del autismo (Didehbani et al., 2017) o la rehabilitación de pacientes con problemas motores (Standen et al., 2017) Si bien esta tecnología no es un fenómeno reciente, ha evolucionado hasta la segunda década del siglo XXI de manera que la tecnología se ha vuelto más accesible y se ha implementado en diferentes ámbitos, configurándose como un medio de comunicación. A fecha de publicación de este artículo, existen investigaciones en numerosas áreas que giran en torno a la reflexión de las aplicaciones de tecnologías y herramientas relacionadas con la creación de entornos inversivos que ayuden a representar diferentes conceptos con nuevos medios, siendo necesario llevar a cabo investigaciones en torno al potencial expresivo de los mismos. La ciencia y, sobre todo, la divulgación del conocimiento científico, son un ámbito en el que estos medios emergentes interactivos e inmersivos, y que permiten llevar a cabo simulaciones y experiencias en entornos seguros, pueden ejercer un papel fundamental, potenciando el acceso a la información y ayudando a configurar nuevos lenguajes y modos de expresión. De este modo, la realidad virtual y aumentada, junto con el conjunto de tecnologías de la información y la comunicación (TICs) emergentes con un mayor grado de inmersión e interactividad, son medios con un gran potencial para representar el conocimiento y desarrollar procesos de interacción con el mismo, al tiempo que se constituye como un mecanismo de mediación entre las y los usuarios y la construcción conceptual del propio conocimiento a partir de las aportaciones de la ciencia. Estas líneas de trabajo plantean, además, la necesidad de integrar equipos de trabajo interdisciplinares en el que la divulgación del conocimiento científico con la mediación de las tecnologías a las que se hacen referencia se conformen como un objeto de estudio en los que se ponga de relieve esa relación entre diseño, arte, ciencia y tecnología.

La realidad virtual, de forma específica, y los entornos digitales interactivos, desde una perspectiva más global, se conforman, por lo tanto, como un conjunto de medios en los que

es necesario diseñar y configurar nuevas estructuras de lenguaje, que van más allá de los procesos de comunicación de los medios considerados, hasta la fecha, más convencionales, como la televisión, el cine, la radio, o la prensa escrita. Esta tecnología agrega el factor inmersión, por un lado, en la medida en que separa, de una forma ficticia, al usuario del medio, y, por otro, el factor interacción, en la medida en que la comunicación con el medio (virtual) es omnicanal y multidireccional, permitiendo al usuario interactuar con el entorno y ejercer en diversos grados de influencia en el mismo. Otro de los aspectos fundamentales y que conforman uno de los pilares de la funcionalidad de las tecnologías de la información sería el concepto de simulación, que supondría la contrucción de entornos artificiales replicando determinadas características del denominado mundo físico, de manera que las funciones que se planteen replicar en uno de esos mundos artificiales sirvan para alguna finalidad concreta en el propio mundo físico. Entre estas funciones, se encontrarían, a modo de ejemplo, la práctica de alguna función o habilidad completa, como por ejemplo, para fines médicos (Stone et al., 2017), el entrenamiento de funciones motoras o cinética corporal –entre los que también se encuentran los fines médicos, como hacen referencia estudios llevados a cabo por autores como Martens et al. (2017)-, la vivencia de una experiencia determinada e, incluso, tal y como citan algunos estudios (Helm, 2016, Bersgström et al., 2016) la transformación virtual en primera persona en una entidad de características diferentes, -como, por ejemplo, experiencias que permiten transformar el espacio, mediante simulación, a la percepción de un niño (Sanchez-Vives y Slater, 2005)-, con diversos fines, como puede ser el incremento de la empatía o el diseño de aplicaciones basadas en el uso del espacio.

Esta serie de propiedades del conjunto de medios y tecnologías relacionadas con la información digital configuran una serie de escenarios para la investigación en áreas como las ciencias de la comunicación, planteando la inclusión del factor interacción en las teorías de la comunicación, en base a estudios que fueron planteados ya en los 90 por autores como Craig (1999), tratando de definir un marco para la *Teoría de la Comunicación*. De este modo, y paralelamente a la evolución de la tecnología digital inmersiva a interactiva, y a su capacidad técnica de simular determinados elementos que se replicarían en el mundo físico, asistimos a un proceso evolutivo de incremento de las posibilidades narrativas para poder, a su vez, diversificar el propio proceso de generación, jerarquización y transmisión de la información. Este marco referente a nuevos contextos en la teoría de la comunicación derivaría, finalmente, en un impacto en ámbitos de gran interés como la búsqueda de mecanismos, técnicas y estándares para la divulgación de la ciencia.

Las tecnologías digitales también han impulsado un proceso de hibridación de los propios medios, de manera que las fronteras entre cine, realidad virtual, juegos interactivos, se ve diluida a medida que la tecnología permite el acceso a más funcionalidades. En el caso del

videojuego, la propia naturaleza del medio hace necesario la evolución del concepto desde el punto de vista etimológico, ya que el medio se circunscribe, originariamente, a un formato, un público y una estética que la tecnología va a hacer necesariamente evolucionar. Desde este punto de vista, el término videojuego se muestra limitado para describir un medio cuyo lenguaje presentaba desde sus orígenes una estética y unas características propias, pero que ha ido evolucionando con el paso del tiempo hasta hibridarse con otros medios tanto en la forma como en el contexto en el que se desarrolla. Así, el concepto originariamente entendido como videojuego, y que a día de hoy la evolución tecnológica y del lenguaje ha transformado en un medio de características y definición más complejas, plantea la necesidad de redefinir un contexto que integra la interacción con tecnologías y entornos generados de manera artificial, por un lado, y la aproximación con fines lúdicos, por otro. Sin embargo, esta perspectiva lúdica, si bien se encuentra presente y es uno de los pilares fundamentales, se ha visto inmersa en la diversificación de los usos y aplicación para otros fines, como pueden ser, en el caso que se centra el actual estudio, los divulgativos. Es por ello que el término videojuego se presenta limitado con respecto a la deriva tecnológica en el que los medios se diversifican e hibridan, planteando la necesidad de explorar nuevos lenguajes y dimensiones estéticas como vienen haciendo el cine o las artes visuales, sin circunscribirse a un grupo cultural concreto.

Otra de las tecnologías que surgen en a partir de la evolución de los medios digitales interactivos es la realidad aumentada (AR), que, por su parte, ha transformado la relación del individuo con el espacio físico circundante, redefiniendo este tipo de relaciones. La forma en que se produce la interacción entre el usuario, la información y el espacio, presenta un marco conceptual y de estudio con numerosas aplicaciones. En este, y centrándonos en la propia realidad aumentada, el espacio físico se proyecta potencialmente como un contenedor de información y un entorno en el que se pueden diseñar experiencias o en el que se pueden transformar o redefinir los usos. Así, y bajo esta perspectiva, se considera el espacio como un laboratorio, presentando, de esta forma un enorme potencial, para transformar a forma en que nos relacionamos con la información y generar nuevos contenidos, transformando el acceso a la información o la realidad social.

En la otra parte del proceso de transformación de la relación entre el individuo y la tecnología, se encuentran los dispositivos sensores de movimiento (MSID o motion sensing input devices), que constituyen un marco de herramientas en el que las y los usuarios interactúan con la interfaz del medio digital, sea este bidimiensional o tridimensional, y con diferentes grados de inmersión. El estudio de este tipo de herramientas presenta una oportunidad para diseñar interacciones de cara a su aplicación en ámbitos como la educación o la divulgación del conocimiento. La investigación en torno

a la implementación de este tipo de dispositivos pretende buscar la interfaz natural del usuario con el espacio (normalmente denominado *natural user interface* o NUI), configurando un potente medio de interacción de las y los usuarios con el medio y la información. A este respecto, se reincide en la importancia del estudio de la divulgación científica, planteando líneas de investigación en la comunicación en el ámbito científico -o una ciencia de la divulgación científica-, partiendo del estudio de las teorías de la comunicación y las posibilidades que vienen ofreciendo estos medios y la evolución que se va a producir a partir del desarrollo tecnológico.

Arte, tecnología, ciencia, educación: VR, AR y MSID para conceptualizar la Representación del Conocimiento.

Este nuevo marco tecnológico y de relación con la información (y por ende, en el contexto de la comunicación), está suponiendo un proceso profundo de transformación de la forma en la que interactuamos con el medio y con los nuestros semejantes. El espacio, tanto desde su acepción de espacio físico, como digital, contiene información con la que se puede interactuar de modo multidireccional, planteando la necesidad de implementar disciplinas y ámbitos del conocimiento tales como el diseño de interacciones, lo que permitiría, entre otras cosas, democratizar el acceso al conocimiento y la divulagación de la información con diferentes medios. A su vez, dispositivos como los cascos de realidad virtual (HMD o head-mounted displays) ofrecen el acceso en primera persona a mundos paralelos inmersivos generados con información artificial, con un cada vez mayor grado de inmersión y realismo, incrementando, de este modo, las posibilidades desde el punto de vista de la interacción-comunicación.

Este marco de desarrollo tecnológico presenta dos vertientes evolutivas que se encuentran necesariamente interrelacionadas. Por un lado, la cuestión tecnológica nos plantea un escenario en constante evolución en el que las dificultades técnicas serían total o parcialmente resueltas por una siguiente generación de dispositivos, incluso de forma continua. La tecnología incluiría, además, el incremento del grado de realismo y de inmersión desde el punto de vista ergonómico y psicomotriz: en el caso de la realidad virtual, no sólo implicaría continuar mejorando técnicamente los dos factores intrínsecos a su proceso de inmersión (primero el procesamiento de la imagen, y luego el del sonido), sino el estudio para el diseño de la incorporación de otros sentidos, con el fin de incrementar el grado de inmersión.

Por el otro lado se encuentran las líneas de investigación que emergen en torno a la teoría de la comunicación y los modelos de representación, tal y como se ha venido mencionando

anteriormente. Actualmente, están emergiendo numerosas cuestiones alrededor de las múltiples aplicaciones que tienen este tipo de tecnologías e diversos contextos. Y este conjunto de medios emergentes (AR, VR y MSID, entre otros) están configurando l estructura nuevos lenguajes y nuevas narrativas, que, a su vez, están transformando la forma en que se produce/genera, transmite y procesa la información. Esa naturaleza inmersiva de la realidad virtual proyecta, por tanto, un marco conceptual en el ámbito de la comunicación que configura la necesidad de integrar dominios de diversa índole: informática y ciencias de la computación, factores ergonómicos, ciencias de la información y la comunicación, ciencias cognitivas, diseño, artes visuales, etc.

De ahí la emergencia de dominios que analizan, desde múltiples perspectivas, la relación del conjunto persona-espacio-información-tecnología, y cuya aplicación a estos nuevos medios (gracias a la mediación de las tecnologías de AR, VR, MSID, entre otras) supone un salto cuantitativo relevante. Entre estas disciplinas de carácter híbrido, y que plantean la necesidad de ser implementadas en el contexto de la comunicación científica en el marco tecnológico actual, se encuentran, entre muchas otras: el diseño de interacciones (ID o interaction design), la interacción humano-computadora (HCI o human-computer interaction), la experiencia de usuario (UX o user experience) o la interfaz de usuario (UI o user interface), así como la computación afectiva.

AR y VR como Nuevos Medios de Comunicación y Divulgación del Conocimiento a través de la búsqueda de Modelos de Representación

La tecnología es, por lo tanto, un factor fundamental en el contexto de la generación y procesamiento de la información actual, redefiniendo los lenguajes audiovisuales y los procesos de interacción y comunicación con la mediación de una gama cada vez más diversa de dispositivos, con un medio cada vez más complejo, y con otras personas con las cuyo contexto cultural también evoluciona. Estos procesos de interacción y definición de dinámicas de comunicación retroalimentan, a su vez, a la propia tecnología, en la medida en que esta evoluciona en base a las necesidades que se establecen, también, en otros ámbitos. Es decir, la tecnología ayuda a esbozar el contexto en el que se desarrolla y, el contexto, a su vez, plantea necesidades que define la tecnología y la hacen evolucionar. El potencial hipermedia de tecnologías tales como la realidad virtual, la realidad aumentada, o los MSID, proyecta, precisamente los diferentes niveles en los cuales se puede establecer el diseño y la aproximación a factores tales como la comunicación, la representación y la abstracción, que se encuentran, de manera implícita, en estos nuevos medios.

La oportunidad de utilizarlos, estudiarlos e implementarlos en el contexto de la comunicación científica o los procesos educativos plantean, precisamente, diseñar procesos de convergencia entre áreas como la teoría de la información, las artes, la interfaz natural del/la usuario/a, la ergonomía en el uso del espacio, o la implementación de dinámicas de juegos. De ahí que sea necesario el planteamiento del diseño de un marco basado en las teorías de la comunicación y sea aplicable a un contexto tecnológico en constante evolución. Tal y como se viene reflejando antes, y de forma más específica, una ciencia de la comunicación y de la información aplicada al mundo de la divulgación científica, partiendo de la generación de la información, el procesamiento y el diseño de escenarios en los que se produce la comunicación (con la mediación de las tecnologías referidas) y terminando por la representación, y la posterior mejora y optimización del procesamiento de la información en el usuario final.

La cuestión es: existen numerosos mecanismos para la representación de conceptos que parten del mundo científico, a través de los medios interactivos que son parte del objeto de estudio del presente artículo, y las posibilidades de representación se incrementan en la medida en que evoluciona el diseño de nuevas narrativas y mecánicas de interacción. Este incremento es paralelo, tal y como se ha venido postulando, a la evolución del propio rendimiento de la tecnología, encontrando, además, un paralelismo en la evolución de los hallazgos científicos y en la forma en que estos se divulgan entre un público cada vez más familiarizado con una serie de medios.

El conocimiento científico es, en este contexto, un campo muy amplio para explorar modelos de representación a partir de tecnologías inmersivas e interactivas de realidad virtual, realidad aumentada, MSID e inclusive tecnologías de interfaz cerebro-computadora, como un paso cualitativo de gran caladoo e importancia. Estos modelos de representación son, además, exponenciales a medida que se producen avances (normalmente también exponenciales), tanto en el ámbito científico como en la propia tecnología, y que, a su vez, se retroalimentan. Así, representar áreas del conocimiento científico tan diversas como la física de partículas, la ciencia de materiales y nanomateriales, el espectro visible, las ciencias médicas, la biología o las ciencias de la tierra, entre muchas otras, va a precisar de diferentes mecanismos, de uso de simbología, de diseño de procesos de interacción específicos, o de narrativas, entre otras, lo que constituye, a su vez, una oportunidad sin precedentes a la hora de potenciar líneas de investigación en los ámbitos de las artes, el diseño, o la comunicación.

La Realidad Virtual, Aumentada y MSID: Experiencias y Proyección

Reflexión sobre la Realidad Aumentada

Muy a menudo, cuando trabajo en proyectos relacionados con tecnologías digitales, me piden explicar en qué consiste la realidad aumentada, y cuál es su diferencia fundamental con otras tecnologías, como la realidad virtual. Básicamente, uno de los rasgos principales que definen la realidad aumentada, es que el mundo físico, una fracción de él, se configura como soporte de información digital, como un lienzo en blanco en el que se pueden trazar diferentes escenas e historias. Esta información se encuentra contenida en diferentes formatos, como texto, vídeo, objetos tridimensionales e incluso sonido, por citar sólo algunos, que se activan a través de la mediación de un dispositivo con un objeto, un espacio, o una imagen, contenidas en el denominado mundo físico. Obviamente, a medida que la tecnología avance, la fusión entre el mundo físico y la información virtual será más evidente, siendo posible que los objetos contengan información y la transmitan de muchos modos posibles. Las implicaciones que esto tiene en el campo de la información y la comunicación, y, evidentemente, en la divulgación científica, pueden ser enormes.

Reflexión sobre la Realidad Virtual

La cuestión inmediata que surge a partir de la definición anterior, se centra en la definición de la realidad virtual. El rasgo que define la realidad virtual es su carácter inmersivo, su capacidad para abstraer, al usuario, de la realidad física, fundamentalmente a partir de los sentidos de la vista y del oído y la propiocepción (el espacio). No obstante, la tecnología permite ir incorporando otros sentidos como el tacto (tecnologías hápticas) y el olfato, de manera que la inmersión se vea, cada vez, incrementada cuantitativamente, a medida que la tecnología lo permite. Esto implicaría, por un lado, el incremento del grado de desconexión del usuario del mundo físico y, por otro, la creación de mundos artificiales configurados en base a información digital, donde las posibilidades de simulación permitirían concebir potencialmente un número ilimitado de situaciones. En un futuro cercano, será posible tecnológicamente fusionar los conceptos relacionados de la realidad virtual y la realidad aumentada (integrando la virtualidad aumentada y el espacio real), en un proceso de diálogo entre el mundo físico y la información digital que diluyan más esas fronteras, creando un conjunto de mundos-situaciones que diluyan más esas fronteras.

Sobre la Cuestión de la Representación: Tecnología, Medios y Ciencia

¿Cómo representamos el espectro visible en una tecnología como la realidad virtual? ¿O el interior del acelerador de partículas? ¿Cómo usaríamos el sonido para entender fenómenos como la cinética corporal o el movimiento? ¿Qué múltiples posibilidades presenta la realidad virtual para divulgar la teoría del Big Bang de Georges Lemaître (1933)? Todas estas preguntas se plantean en un contexto en el que se define la necesidad de dar un paso cualitativo en los modelos y sistemas de representación para integrar, no solamente una pieza audiovisual en un formato lineal, sino un proceso inmersivo completo en primera persona, donde se puede interactuar con los objetos virtuales que configuran la representación, figurativa, abstracta o simbólica, de términos implícitos en el saber científico.

Afirman Rubio-Tamayo y Gértrudix Barrio (2016, p. 17) que las perspectivas de desarrollo de experiencias inmersivas en contextos de realidad virtual dependen, en gran parte de tres factores: tecnológico, conceptual, y comunicación-interfaz-narrativa. En el caso de la divulgación y comunicación científica, la variable "conceptual" plantea un incremento exponencial en la medida en que el conocimiento científico avanza. De este modo, la realidad virtual es un instrumento que se adapta a la complejidad representativa del concepto representado, si bien el concepto representado se adapta, también, a las propias dinámicas de la tecnología disponible en ese momento. Representar fenómenos tan complejos en realidad virtual como la visualización de datos atmosféricos para análisis (en trabajos de Helbig et al., 2014), o la visualización de Big Data (Donalek et al., 2013) implica la necesidad de optimizar factores asociados a la comunicación y la visualización, siendo las soluciones, a menudo, complejas. Las experiencias recientes en este ámbito no dejan lugar a dudas en torno a la proyección de la realidad virtual en el ámbito científico: desde las Holodeck, un sistema inmersivo para la visualización de datos científicos y provenientes del ámbito de la ingeniería (Marks et al. 2014), hasta el desarrollo de sistemas accesibles y de fácil implementación para la visualización de datos en entornos virtuales (Pastorelli & Hermann, 2013), pasando por el diseño de sistemas en el que los objetos virtuales interactúan con las leyes de la física (Sugiura, N., & Komuro, 2015). Entre las experiencias piloto llevadas a cabo recientemente encontramos también proyectos, aplicados a contextos educativos, que abordan fenómenos como la representación del espectro visible en un entorno destinado a la realidad virtual o el uso de una galería de arte virtual para proyectar la representación de conceptos, ideas y personajes del ámbito de la ciencia usando simbologías asociadas al color, el espacio, y la imagen (en Rubio-Tamayo, 2016).

La realidad aumentada también tiene una relevancia en la investigación de cómo la divulgación y la comunicación científica pueden estar embebidas en el espacio físico. Los

exponentes de la aplicación de la realidad aumentada ya se vienen viendo en el campo de las experiencias de aprendizaje interactivo basado en proyectos (Dunleavy & Dede, 2014, Santos et al., 2015), la construcción del conocimiento en dinámicas de trabajo basados en el aprendizaje colaborativo (Szalavari et al., 1998, Lin et al., 2013), o el patrimonio histórico-artísitco y cultural (Ridel et al., 2014, Tscheu y Buhalis, 2016). También son destacables aplicaciones y usos de la AR en áreas como la traducción idiomática de textos en tiempo real, reflejada en trabajos de autores como Petter et al. (2011), que centran sus estudios en el desarrollo de este tipo de aplicaciones, o en otras que se han popularizado en años recientes (como es el caso de Word Lens[14]). También es interesante plantear el proyecto BIM2MAR (Williams et al., 2014) que ponen de relieve la necesidad de producir información en tiempo real a partir de diversos elementos que conforman el espacio físico, en esta misma línea. También encontramos, entre las diferentes aplicaciones y usos que utilizan el espacio físico como soporte con información virtual embebida, los ARGs (*alternate reality games* o juegos de realidad alternativa), con aplicaciones en líneas de trabajo recientes tales como la resolución de problemas en el mundo real (Dondlinger y McLeod, 2015), o juegos como *The Malthusian Paradox* (Evans et al., 2014), además del ya clásico *Ingress*, que fue desarrollado por Niantic LABs (2012)[15], -que constituyó una filial de Google hasta 2015-. También, en esta línea, se proyectan trabajos de investigación en los que se pone de relieve la posibilidad de medios virtuales interactivos en espacios físicos como museos (Carrozzino & Bergamasco, 2010). Investigaciones en torno a este mismo tipo de proyecciones son realizadas, también, en estudios llevados a cabo por Wu et al. (2013), o Cheng y Tsai (2013), que realizan tentativas de proyección en torno al potencial de la realidad aumentada para la divulgación y comunicación científica y su implementación en el campo educativo.

En la segunda década del siglo XXI también observamos la emergencia de un conjunto de tecnologías tecnologías que nos permiten interactuar con los entornos virtuales a partir de la detección del movimiento, optimizando la interfaz natural del cuerpo o NUI (natural user interface). En este contexto, la investigación en campos de estudio como la experiencia de usuario (user experience, o UX) y de otras áreas como la interfaz humano-computadora (HCI), se encuentran en un proceso de continua transformación, que implica una evolución en la relación que tenemos con la información y con el entorno, de cara a que elementos como la interfaz y las narrativas sigan evolucionando de manera paralela y progresiva en la medida en que se produce esta evolución en la propia tecnología.

---

[14] Word Lens [http://es.gizmodo.com/word-lens-la-app-que-traduce-texto-en-tiempo-real-es-1579574884] Recuperado en 2016-07-02

[15] Ingress, The Game. {https://www.ingress.com/] Recuperado en 2016-07-02

Conclusiones

Las tecnologías de realidad virtual, aumentada, los dispositivos para la captura de movimiento y gestuales, o las interfaces cerebro-computadora, entre muchas otras tecnologías, se constituyen como un marco de investigación de especial interés para explorar nuevas líneas de trabajo, que puede, a su vez contribuir notablemente a definir la próxima generación de procesos de interacción con el conocimiento y con la información. Este marco ayudaría a configurar tecnológicamente y conceptualmente el próximo conjunto de hitos cualitativos en torno a las tecnologías para la información y la comunicación, ayudando a definir no sólo el contexto tecnológico, sino también la forma en que se quiere abordar el potencial uso de la tecnología, y cómo se quiere construir y configurar la información a partir de la misma. Además, este marco ayudaría a dar paso a la integración de nuevas cinámicas que hagan más natural la relación con la información, dando paso a conceptos emergentes, tales como podrían ser *tecnologías de la información, la comunicación o el medio* o *tecnologías cognitivas,* que derivarían, respectivamente de interfaz humano-computadora e interfaz cerebro-computadora, y abarcarían un número creciente de dimensiones perceptivas y de recepción de información, por un lado, y de influencia en el medio a través de acciones, por otro. El futuro inmediato que configuraría el marco de acción de este conjunto de tecnologías vendría definido, en parte, por plantearnos la cuestión de cómo nos imaginamos nuevos usos de la tecnología y escenarios en los que esta se aplicaría, así como nuevas dinámicas de representación de la información y de hacerla actuar con el usuario.

Referencias

Bergström, I., Kilteni, K., & Slater, M. (2016). First-person perspective virtual body posture influences stress: a virtual reality body ownership study. *PloS one*, 11(2), e0148060.

Carrozzino, M., & Bergamasco, M. (2010). Beyond virtual museums: Experiencing immersive virtual reality in real museums. *Journal of Cultural Heritage*, 11(4), 452-458.

Cheng, K. H., & Tsai, C. C. (2013). Affordances of augmented reality in science learning: Suggestions for future research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 449-462.

Churchill, E. F., Snowdon, D. N., & Munro, A. J. (Eds.). (2012). *Collaborative virtual environments: digital places and spaces for interaction*. Springer Science & Business Media.

Craig, R. T. (1999). Communication theory as a field. *Communication theory*, 9(2), 119-161.

Didehbani, N., Allen, T., Kandalaft, M., Krawczyk, D., & Chapman, S. (2016). Virtual reality social cognition training for children with high functioning autism. *Computers in Human Behavior*, 62, 703-711.

Dondlinger, M. J., & McLeod, J. K. (2015). Solving real world problems with alternate reality gaming: Student experiences in the global village playground capstone course design. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, *9*(2), 3.

Donalek, C., Djorgovski, S. G., Cioc, A., Wang, A., Zhang, J., Lawler, E., ... & Davidoff, S. (2014, October). Immersive and collaborative data visualization using virtual reality platforms. In Big Data (Big Data), *2014 IEEE International Conference* on (pp. 609-614). IEEE.

Dunleavy, M., & Dede, C. (2014). Augmented reality teaching and learning. In Handbook of research on educational communications and technology (pp. 735-745). *Springer New York*.

Evans, E., Flintham, M., & Martindale, S. (2014). The Malthusian Paradox: performance in an alternate reality game. *Personal and Ubiquitous Computing*, *18*(7), 1567-1582.

Fraser, M., Glover, T., Vaghi, I., Benford, S., Greenhalgh, C., Hindmarsh, J., & Heath, C. (2000, September). Revealing the realities of collaborative virtual reality. In *Proceedings of the third international conference on Collaborative virtual environments* (pp. 29-37). ACM.

Gorini, A., & Riva, G. (2014). *Virtual reality in anxiety disorders: the past and the future*. Expert Review of Neurotherapeutics.

Helbig, C., Bauer, H. S., Rink, K., Wulfmeyer, V., Frank, M., & Kolditz, O. (2014). Concept and workflow for 3D visualization of atmospheric data in a virtual reality environment for analytical approaches. *Environmental Earth Sciences*, 72(10), 3767-3780.

Helms, R. (2016). *Virtual reality body illusion in healthy participants* (Master's thesis).

Hoffman, H. G., Meyer III, W. J., Ramirez, M., Roberts, L., Seibel, E. J., Atzori, B., ... & Patterson, D. R. (2014). Feasibility of articulated arm mounted Oculus Rift Virtual Reality goggles for adjunctive pain control during occupational therapy in pediatric burn patients. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 17(6), 397-401

Lemaître, G, (1933). L'Univers en expansion, in « *Annales de la Société Scientifique de Bruxelles* », volume 53A, p. 51-83, 1933

Lackey, S. J., Salcedo, J. N., Szalma, J. L., & Hancock, P. A. (2016). The stress and workload of virtual reality training: the effects of presence, immersion and flow. *Ergonomics*, 1-13.

Lin, T. J., Duh, H. B. L., Li, N., Wang, H. Y., & Tsai, C. C. (2013). An investigation of learners' collaborative knowledge construction performances and behavior patterns in an augmented reality simulation system. *Computers & Education*, 68, 314-321.

Marks, S., Estevez, J. E., & Connor, A. M. (2014, November). Towards the Holodeck: fully immersive virtual reality visualisation of scientific and engineering data. In *Proceedings of the 29th International Conference on Image and Vision Computing New Zealand* (pp. 42-47). ACM.

Martens, K. A. E., Shine, J. M., & Lewis, S. J. (2017). Using Virtual Reality to Advance the Understanding and Rehabilitation of Gait Impairments in Parkinson's Disease. In *Locomotion and Posture in Older Adults* (pp. 397-416). Springer International Publishing.

Mintz, R., Litvak, S., & Yair, Y. (2001). 3D-virtual reality in science education: An implication for astronomy teaching. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 20(3), 293-305.

Ong, S. K., & Nee, A. Y. C. (2013). *Virtual and augmented reality applications in manufacturing*. Springer Science & Business Media.

Ortega, M. D. R., Alvarado, L. O., & Higueruela, F. R. F. (2015). Advances in 3D Spatial Information Systems. Applications in cultural heritage and virtual archeology. *Virtual Archaeology Review*, 6(12), 77-91.

Pastorelli, E., & Herrmann, H. (2013). A small-scale, low-budget semi-immersive virtual environment for scientific visualization and research. *Procedia Computer Science*, 25, 14-22.

Petter, M., Fragoso, V., Turk, M., & Baur, C. (2011, November). Automatic text detection for mobile augmented reality translation. In *computer vision workshops (iccv workshops), 2011 ieee international conference on* (pp. 48-55). IEEE.

Ridel, B., Reuter, P., Laviole, J., Mellado, N., Couture, N., & Granier, X. (2014). The Revealing Flashlight: Interactive spatial augmented reality for detail exploration of cultural heritage artifacts. *Journal on Computing and Cultural Heritage* (JOCCH), 7(2), 6.

Rubio-Tamayo, J. L., Gértrudix Barrio, M. (2016): Realidad Virtual (HMD) e Interacción desde la Perspectiva de la Construcción Narrativa y la Comunicación: Propuesta Taxonómica. *Icono 14*, 14 (2), pp. 1-25. doi: 10.7195/ri14.v24i2.965

Rubio-Tamayo, J. L. (2016). Realidad Virtual, MSID, Narrativa Emergente y UX: Sus potencialidades en Educación. *Technos*.

Sanchez-Vives, M. V., & Slater, M. (2005). From presence to consciousness through virtual reality. *Nature Reviews Neuroscience*, 6(4), 332-339.

Santos, M. E. C., Chen, A., Taketomi, T., Yamamoto, G., Miyazaki, J., & Kato, H. (2014). Augmented reality learning experiences: Survey of prototype design and evaluation. IEEE *Transactions on Learning Technologies*, 7(1), 38-56.

Seo, J. H., Smith, B., Cook, M., Pine, M., Malone, E., Leal, S., & Suh, J. (2017, March). Anatomy builder VR: Applying a constructive learning method in the virtual reality canine skeletal system. In *Virtual Reality (VR), 2017 IEEE* (pp. 399-400). IEEE.

Szalavári, Z., Schmalstieg, D., Fuhrmann, A., & Gervautz, M. (1998). "Studierstube": An environment for collaboration in augmented reality. *Virtual Reality*, *3*(1), 37-48.

Standen, P. J., Threapleton, K., Richardson, A., Connell, L., Brown, D. J., Battersby, S., ... & Burton, A. (2017). A low cost virtual reality system for home based rehabilitation of the arm following stroke: A randomised controlled feasibility trial. *Clinical rehabilitation*, 31(3), 340-350.

Stone, R. J., Guest, R., Mahoney, P., Lamb, D., & Gibson, C. (2017). A 'mixed reality'simulator concept for future Medical Emergency Response Team training. *Journal of the Royal Army Medical Corps*, jramc-2016.

Sugiura, N., & Komuro, T. (2015, March). Dynamic 3D interaction using an optical See-through HMD. In *2015 IEEE Virtual Reality* (VR) (pp. 359-360). IEEE.

Tscheu, F., & Buhalis, D. (2016). Augmented reality at cultural heritage sites. In *Information and Communication Technologies in Tourism* 2016 (pp. 607-619). Springer, Cham.

Williams, G., Gheisari, M., Chen, P. J., & Irizarry, J. (2014). BIM2MAR: an efficient BIM translation to mobile augmented reality applications. *Journal of Management in Engineering*, *31*(1), A4014009.

Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49.

Los orígenes del cine y su relación con la ciencia. De la máquina a la pantalla, la incorporación del sonido y su evolución hasta la consolidación de géneros

Ana Julia Gómez

Profesora titular en la facultad de Ciencias de la Comunicación. Universidad de Málaga. agg@uma.es

Paloma López-Villafranca

Profesora en la facultad de Ciencias de la Comunicación. Doctora en Comunicación audiovisual y publicidad por la Universidad de Málaga.

pallopvil@uma.es

Francisco Griñán

Doctor en Comunicación audiovisual. Crítico de cine del diario Sur.

fgrinan@cortonet.com

Resumen

La acción científica sobre la imagen ha sido una constante desde hace más de veinticinco siglos. Pero va a ser en el siglo XIX cuando la conjunción de diferentes áreas de

conocimiento como la física, la química, la óptica…van a hacer posible la aparición de la fotografía, que de manera caso inmediata se convierte en imagen en movimiento y dará lugar al cine. Ciencia y tecnología continúan su andadura para conseguir una imagen acompañada de sonido lo más fiel posible a la realidad retínica.

Desde las primeras películas de los Lumière, el cine tuvo un sentido científico ya que gran parte de la producción del pionerismo se distingue por su argumento etnográfico y antropológico. La llegada de la ficción ralentizó la aplicación la imagen en movimiento a las ciencias, aunque no faltaron figuras que introdujeron las cámaras en los laboratorios, como el francés Eugene Doyen o el español Leandro Navarro. Paralelamente, la tecnología trató de convertir las proyecciones en algo más que una experiencia muda. Es el caso de la compañía norteamericana Hale's Tour of The World que popularizó el subgénero de los *phantom rides* y la construcción de los cines-vagón. Una tendencia que también contaminó a los espectadores españoles.

El fonógrafo, el kinetoscopio y el Vitaphone supusieron una auténtica revolución tecnológica que dieron lugar al primer film sonoro, El Cantor de Jazz, de Alan Crosland, en 1927. A partir de los años 30, se produce la guerra comercial de distintas compañías que pugnan por hacerse con los mejores sistemas sonoros para sus producciones. Los musicales, la aportación del doblaje o la capacidad de inmersión de los efectos sonoros, la evolución de los géneros y la narrativa cinematográfica han sido paralelas a la evolución tecnológica. Cine, ciencia y tecnología han ido de la mano desde los inicios del cine hasta lograr sumergirnos en una experiencia cada vez más realista.

Palabras clave

Tecnología; ciencia; cine mudo; cine sonoro; cine cientifico; phantom rides; géneros.

Abstract

Scientific action on image has been constant for more than twenty-five centuries. But it will be in the nineteenth century when the conjunction of different areas of knowledge such as physics, chemistry, optics ... will make possible the appearance of photography, which becomes moving image and cinema inmediately. Science and technology continue their journey to get an image accompanied by sound as faithful as possible to retinal reality.

Since the first films by Lumière brothers, cinema had a scientific meaning distinguished by its ethnographic and anthropological argument. The arrival of fiction slowed the application of the moving image to sciences, although there was no shortage of figures

who introduced cameras in laboratories, like the French Eugene Doyen or the Spanish Leandro Navarro. At the same time, technology has tried to turn projections into something more than a mute experience. This is the case of the American company Hale's Tour of The World that popularized the subgenre of phantom rides and the construction of cinemas-wagon.

The phonograph, the Kinetoscope and the Vitaphone were a real technological revolution that gave rise to the first sound film, Alan Crosland's El Cantor de Jazz, in 1927. Since the 1930s, there has been a commercial war between different companies for getting the best sound systems for their productions. Evolutions of genres and techniques such as the musical genre, the contribution of the dubbing or the immersion capacity of the sound effects have been parallel to the technological evolution. Cinema, science and technology have gone hand in hand since the beginnings of cinema until getting the spectator to be immersed in an increasingly realistic experience.

Keywords

Technology; science; silent cinema; sound films; phantom rides; genders.

Introducción

El siglo XIX, con la aparición de la fotografía, fue el momento en que la ciencia y la técnica demostraron que estaban suficientemente desarrolladas porque consiguieron crear una imagen a través de un proceso mecánico y fotoquímico. La imagen que se obtuvo, ya fuera la heliografía, el daguerrotipo, el calotipo, el ambrotipo, el ferrotipo… cualquiera de ellas, supuso una auténtica revolución por su alto grado de iconicidad, que la equiparaba con la realidad que ve el ojo humano. Se trataba de una imagen que captaba casi de manera mimética el entorno que nos rodea. Lo hacía sobre un soporte bidimensional, cuya materialidad podía ser una plancha de metal, de papel, cartón, cuero, cristal, vidrio o los acetatos y celuloides que, en 1888, la industria del americano George Eastman desarrolló (Brayer, E. 2006).

Aunque la invención de la fotografía se realizó durante siglo XIX, en realidad fue el resultado de siglos de investigación y estudio. Por un lado, fue necesario el desarrollo de la cámara oscura, aparato que ya se usaba en la milenaria China con el filósofo Mo Ti en el siglo V antes de la era cristiana (Mosterín, 1983), o un siglo después en la Grecia clásica con Aristóteles. También, los estudiosos árabes del medievo se interesaron por tal artilugio, como ocurrió con el físico Alhazan que, en el siglo X, estudió la visión binocular (Moreno Castillo, 2007). En el siglo XII, el británico Roger Bacon, estudioso del anterior, planteó los usos científicos de la cámara oscura. Daremos un salto al renacimiento italiano,

cuando Leonardo da Vinci investigando el funcionamiento del ojo humano pretende crear un ojo artificial y da como resultado la cámara oscura, un antecedente de la cámara fotográfica. Da Vinci nos deja constancia escrita, pero además incluye un interesante estudio sobre la perspectiva presentada como engaño de la imagen bidimensional, que simula la realidad tridimensional. Sus escritos no se conocerán hasta tiempo después; será gracias a Cesare Cesarino (1521) y a Giovanni Battista della Porta (1558), quienes dieron a conocer los trabajos de da Vinci y animaron a estudiosos y pintores a utilizar la cámara oscura. Pero será, en el s. XVI, cuando los eruditos alemanes Friedrich Risner, Athase Kircher y Christoph Scheiner la hacen evolucionar, con adaptaciones ópticas bastante precisas. La *camera*, como precedente de la cámara fotográfica ya está preparada, la imagen que capta es nítida y brillante. Pero habrá que esperar a que la ciencia continúe avanzando sobre todo en el campo de la física y la química para poder fijar la imagen de manera inalterable, sobre un soporte. A principios del siglo XIX se conocían las propiedades físicas de la luz, los ópticos alemanes habían desarrollado excelentes lentes y objetivos. Los químicos aportaron sus observaciones del comportamiento de la luz sobre diferentes sustancias, sobre todo las tratadas con sales de plata que se ennegrecen cuando incide la luz sobre ellas. Por lo tanto, el cúmulo de conocimientos científicos sobre el estudio del ojo, la visión binocular, la perspectiva, la luz, la óptica, la física y la química dará como resultado la fotografía, que a su vez, como veremos en las próximas líneas dará paso a la imagen en movimiento y al cine.

Pero podemos preguntarnos, ¿porqué este interés por encontrar un método para duplicar de manera exacta las imágenes que vemos a través de los ojos? Parte de la respuesta viene de manos de los ilustrados del siglo XVIII, que la necesitaban para elaborar sus resultados científicos. La ciencia encuentra en el texto escrito y en la imagen, el aliado perfecto para facilitar y desarrollar el pensamiento científico. La imagen se puede analizar, escudriñar y decodificar como si se tratara de un texto escrito (Dondis, 1985).

Durante el siglo XIX, los gobiernos de los países industriales como Inglaterra, Francia, o Alemania, así como sus reales academias de las ciencias, se sintieron interesados por el gran avance científico que supuso la imagen mecánica. En la Real Academia de las Ciencias de París, el científico y político François Arago presentó públicamente en 1839, el invento del daguerrotipo, y el Estado francés lo compró porque consideraba que la imagen fotográfica "*hace ciencia"*, y aunque la puso a disposición de toda la ciudadanía, eran los científicos (médicos, antropólogos, y conservadores de museos) quienes principalmente veían sus usos y beneficios.

Pero en cuanto la imagen fotográfica apareció, se comenzó a trabajar para que esa imagen fija adquiriera movimiento. Influyó en ello, el conocimiento expuesto por el científico Peter Mcark Roget, en 1824, que estudió la persistencia retiniana. Para explicarla, distintos

científicos crearon ingeniosos aparatos como: el taumatropo, presentado por el médico John Ayrton Paris en el Real Colegio de Físicos de Londres, en 1824; el fenaquistiscopio, en 1829, original del belga Joseph Antoine Ferdinand Plateau; el zootropo desarrollada en 1834 por el matemático inglés William George Horner; el praxinoscopio, creado por el ingeniero francés Charles Émile Reynaud en 1877, que fue una variación del zootropo y creó posteriomente el *Théâtre Optique* (1888) considerado precursor del cine de animación. Sus películas tenían argumento y además enseguida les aportó efectos sonoros y música. Pese a que todos estos aparatos nacieron con una función científica, pronto se les vieron sus posibilidades lúdicas, y se comercializaron como objetos de entretenimiento y juguetes. Alguno, como en el caso de las invenciones de Charles Émile Reynaud, evolucionaron dando como resultado películas de dibujos animados bautizadas por su creador como *Pantomimas Luminosas* llegando a convivir con el invento de los hermanos Lumiere. De manera que la imagen en movimiento originada como una aportación científica, desarrolla una vertiente dirigida al entretenimiento, la diversión y el ocio que sin duda es la que ha desembocado en la actual civilización de la imagen. Fue un avance en el que trabajaban numerosas compañías a finales del siglo XIX sin saber que estaban alumbrando uno de los grandes instrumentos de comunicación de la humanidad. De hecho, han pasado a la historia las palabras de los hermanos Lumière que contemplaban su creación como una simple "*curiosidad científica*" que podía ser explotada comercialmente por su novedad, pero sin más futuro. No obstante, el cinematógrafo[i] no solo nació como un desarrollo tecnológico, sino que desde el punto de vista argumental también tuvo un origen vinculado a lo científico. Así, las expediciones pioneras por todo el mundo de los operadores de la compañía francesa de Lyon –y la de otras compañías coetáneas o posteriores que siguieron sus pasos- se distinguieron por la filmación de vistas de diferentes países, que documentaron danzas, costumbres y culturas de las sociedades que iban visitando, lo que nos ofrece un catálogo de primitivas películas etnográficas y antropológicas[ii].

De Eugene Doyen a Leandro Navarro: La aplicación al ámbito científico

La transformación del cinematógrafo en un instrumento de entretenimiento e información para la naciente sociedad de masas del siglo XX favoreció la aparición de toda una industria audiovisual cuyo propagación mundial no solo creó un modelo comunicativo basado en el ocio, sino que también acabó ralentizando la aplicación de la fotografía animada en el ámbito de las ciencias. Si en un principio surgió ese cine documental de carácter etnográfico de una manera natural y espontánea con las filmaciones pioneras por todo el mundo y el protagonismo de lo cotidiano, las costumbres sociales y las manifestaciones culturales, el desarrollo de la producción hacia la ficción supuso que el

interés de científicos, intelectuales, profesores y cineastas por registrar películas que tuvieran un sentido formativo, investigador y divulgativo pasara a un plano secundario y especializado.

En esas aplicaciones de la cinematográfica a la ciencia, la medicina no tardó en encontrar una auténtica herramienta para su difusión y como método de enseñanza. Entre las figuras pioneras, el cirujano francés Eugene Doyen hizo compatible la cámara de cine con los quirófanos, convirtiéndose en una celebridad mundial y en estrella cinematográfica de grandes eventos, como el Congreso Internacional de Medicina que se celebró en Madrid en 1903. No obstante, las filmaciones médicas despertaron desde sus comienzos la censura y la crítica por lo que tenían de realistas y explícitas, aunque la propia prensa de la época entendía que "*utilizar el cinematógrafo para demostraciones científicas y como un medio de enseñanza, es un acto no solamente lícito, sino además muy recomendable*" (*El Imparcial*, 25 de abril de 1903, p. 1). Dos aspectos, el de la investigación y el de la enseñanza que, desde un principio, estuvieron ligados al desarrollo del cine científico, ya que, como defendía el propio Doyen, el cinematógrafo "*permite la comunicación precisa a otros profesionales de las técnicas empleadas; es un instrumento muy valioso para que el cirujano mejore sus propias intervenciones y es el mejor procedimiento para la enseñanza de las técnicas quirúrgicas*" (Álvarez Rodríguez, 1999-2001, p. 4).

Por situarlo en un ámbito cinematográfico, la figura de Eugene Doyen en el género científico-médico es comparable a lo que Méliès representó para la ficción y el cine fantástico. Además, la actividad del especialista galo fue prácticamente coetánea a la aparición del cinematógrafo y su aplicación al ámbito de la cirugía necesitó también de una adaptación de los procedimientos. Así, sus filmaciones con aquel cinematógrafo primitivo requerían de aspectos técnicos inusuales, ya que debido a la escasa sensibilidad de las películas se tenía que operar con luz solar –fuera del quirófano- y además, en condiciones extraordinarias que requerían de mayor pericia y rapidez, ya que los aparatos pioneros de filmación solo podían rodar pocos minutos de película. Además, aunque se suele citar la fecha de 1903 y el congreso médico, este evento no fue la primera presentación de Doyen y sus películas en España, ya que en una fecha tan temprana como 1898 el cirujano francés ya ofreció una conferencia en la que mostró mediante la proyección de sus primeros cortometrajes las posibilidades de la aplicación del nuevo cinematógrafo a la medicina y, particularmente, a las intervenciones quirúrgicas. Una ponencia que se celebró en la sede de las Sociedades Sabias de Madrid y a la que asistió público en general y no solo médicos y profesionales interesados en la materia (*El Heraldo de Madrid*, 27 de octubre de 1898, p.1).

En cuanto a la producción científica española, sabemos que es bastante posterior al resto de países, la Filmoteca de Cataluña conserva películas de la década de los años diez,

concretamente a cargo del operador Francisco Puigvert, que filmó unas célebres películas oftalmológicas en 1917, mientras que el aragonés Antonio de Padua Tramullas realizó unos años más tarde (1919-1920) también filmaciones de investigación médica aplicando la cámara a las lentes del microscopio, además de varias producciones de carácter agrícola[iii]. Precisamente, en este ámbito del cine aplicado a la ciencia se conserva el descriptivo título *Fumigación de los olivos por medio del gas cianhídrico* (1912), que tiene como gran promotor al ingeniero agrónomo Leandro Navarro, figura central del cine científico español y pionero en la aplicación de las filmaciones a la patología vegetal para su posterior enseñanza y divulgación en conferencias. Una cinta que registra de forma documental los efectos de esta sustancia tóxica y letal para el exterminio de plagas usando una paloma como cobaya animal y mostrando de manera explícita su sufrimiento hasta la muerte, lo que ejemplifica los reparos sociales con la divulgación al gran público de este cine científico primitivo cuya exhibición fuera de los ámbitos especializados y profesionales podía llegar a causar rechazo. Previamente a la producción vinculada a Leandro Navarro se conoce el precedente de una película científica sobre ganadería *Clase de avicultura* [1909], un filme de Salvador Castelló de Plandolit para su utilización en conferencias y sesiones de la Real Escuela de Avicultura de Arenys de Mar (Camarero Rioja, 2014, pp. 13-14).

Estas producciones tempranas y relevantes por la aplicación del cinematógrafo al ámbito científico son todavía escasas tanto por el conocimiento de títulos como por los materiales originales conservados, lo que hace pensar en la hipótesis de la existencia de películas previas que hoy continúan desaparecidas. Un supuesto que cobra fuerza si comparamos el caso español con el ámbito hispanoamericano. Así, se conservan en Argentina filmaciones científicas de 1899-1900 en las que el operador Eugenio Py registró operaciones del cirujano Alejandro Posadas (Sel, 2016, pp. 33-34), que durante algún tiempo compitió incluso con el francés Eugene Doyen en la aplicación del cine a la medicina[iv].

En este sentido, es fundamental la labor de las filmotecas con la recuperación de materiales que se creían hasta ahora desaparecidos. Es el caso de la Filmoteca de Cataluña, que en su catálogo recupera títulos científicos de procedencia diversa como *Bajo las aguas: diversas especies de peces exóticos* (1913-15), una singular colección de películas sobre clases de cementos y sus aplicaciones[v], así como las cintas ya referidas sobre fauna, ganadería y medicina. La Filmoteca Española también conserva algunas producciones científicas de la primera década, de carácter agrícola, arqueológico y sobre procedimientos de fabricación industrial[vi], mientras que la Filmoteca de Andalucía restauró hace unos años el filme *La Compañía Española de Minas del Rif* (1921-30), que mostraba todo el proceso de la minería desde la extracción en Marruecos hasta su transporte a la Península.

La exhibición científica: El caso del Teatro Príncipe Alfonso

Desde sus comienzos, el cine científico se definió por su aplicación para la investigación y el estudio, por un lado, y la enseñanza, por otro. Básicamente, la producción, sobre todo en las dos primeras décadas en España desde el nacimiento del cine, tuvo ese destino especializado y profesional, aunque con el tiempo se impuso un tercer modelo, el divulgativo, que es el que se desarrolló una vez que en aquellos primeros tiempos se desprendió de los problemas éticos que podía suponer la filmación de una operación y las connotaciones morales a la hora de exhibir esas grabaciones por su impacto para la sensibilidad de los espectadores. De esta forma, hubo que esperar hasta 1917 para que surgiera en España un intento de explotación comercial que se denominó precisamente *Cine Científico* y que fue una iniciativa de la empresa del Teatro Príncipe Alfonso de la madrileña calle Génova en las que, para inaugurar, se utilizó como reclamo precisamente las películas del doctor Eugene Doyen rodadas la década anterior. Y pese a que se superaba esa frontera ética que suponía para el público en general el realismo de las producciones científicas, la empresa avisaba del contenido controvertido de las películas con la eufemística advertencia de que podían resultar "*muy enérgicas*" e invitaba a que "*no acudiesen las señoras, ni aquellas otras personas que no se consideren con la suficiente entereza de espíritu*" (*HM*, 3 de diciembre de 1917, p. 3).

Este fenómeno de la exhibición comercial del cine científico no se puede ver de forma aislada, sino como una evolución de los lenguajes y formatos cinematográficos y especialmente como una prolongación de los noticiarios, unas pequeñas piezas informativas que revolucionaron en 1908 la exhibición cinematográfica con una idea sencilla desarrollada por el empresario Charles Pathé: agrupar las actualidades y crear un periódico cinematográfico semanal. Fue el célebre *Pathé Journal,* cuya demanda por parte de las salas de exhibición fue inmediata. Una fórmula que no tardó en ser copiada por sus competidores con la aparición *Gaumont Actualités*, *Eclair Journal* o *Eclipse Journal*, entre otros. La evolución de este cine informativo propició la aparición del reportaje que en algunos aspectos coincidía en la época con los argumentos del cine científico, como lo demuestran algunas de las películas que se exhibieron en el Teatro Príncipe Alfonso de Madrid: *París después de tres años de Guerra,* que mostraba básicamente la reconstrucción de la capital francesa tras la Gran Guerra. Un filme que se mezclaba con cintas de contenido propiamente científico, en las que predominaba el argumento agrícola (*El cultivo del tabaco* y *Los enemigos de nuestros huertos*), vida vegetal (*Las flores que se abren 15.000 veces más pronto que la Naturaleza*), animal (*Algunos seres infinitamente pequeños*), antropología *(La casa de lactancia)* o medicina (*Fabricación de miembros artificiales*)[vii]. Una experiencia que tuvo una vida comercial efímera, pero que desde el punto de vista de

la exhibición y la comunicación en España puso el precedente a la capacidad del cine científico para difundir las investigaciones y sus aplicaciones más allá de los laboratorios.

La ciencia aplicada al cine: los *phantom rides*

Junto al desarrollo de una producción de películas de asunto científico, los avances y la tecnología aplicada a los procesos de captación y exhibición cinematográfica tuvieron un desarrollo incesante durante toda la época del cine mudo. Aunque las más de tres décadas de cine mudo suelen observase como una etapa homogénea, los historiadores españoles han establecido, de manera general, varias etapas dentro de la cinematografía muda en función de diferentes aspectos, pero fundamentalmente vinculados a los cambios en la forma de ver y hacer cine[viii]. Así, como marco referencial y teniendo en cuenta que las etiquetas no son fronteras insalvables, la investigadora Palmira González López (2010) establece los años 1905 a 1914 como una época central y de transición con el asentamiento del espectáculo cinematográfico (pp. 122-123). Precisamente en este marco temporal y productivo se enmarcan los denominados *phantom rides*, que tuvieron su incidencia en España.

Una década después de aquella escena pionera de los Lumière de un tren entrando en la estación, la empresa norteamericana Hale's Tours and Scenes of the World patentó y exportó un modelo de producción, distribución y exhibición que revolucionó el subgénero ferroviario. El exjefe de bomberos e ingeniero George C. Hale fue el precursor de esta compañía, cuyo primer cine se inauguró en Kansas City (Misuri, Estados Unidos) el 29 de mayo de 1905. No obstante, en el desarrollo de este sistema aplicado al cine hay que apuntar otros dos nombres: Fred W. Gifford, que se asoció con Hale para poner en marcha este proyecto, y William Keefe, que inventó una idea precedente en 1904. Esta última consistía en un local de exhibición con una pantalla circular en el centro alrededor de la cual orbitaba un vagón de tren de tamaño real sobre unas vías que describían igualmente una trayectoria curva. Hale y Gifford compraron la idea a Keefe, pero adaptaron el diseño para hacerlo más sencillo, pero sin perder atractivo y espectacularidad para el espectador. Así mantuvieron la idea de que el público se sentara en un cine con forma de coche de pasajeros de tren, pero eliminando el movimiento del vagón sobre unos raíles y situando la pantalla delante de los espectadores. Para aumentar la sensación de realidad decidieron simular el traqueteo de los vagones durante la proyección[ix].

En cuanto a las películas ferroviarias, la compañía Hale's Tours tampoco tuvo la exclusiva de su invención, aunque sí fue responsable de la popularización de este subgénero. Como se ha señalado, en su búsqueda de imágenes en movimiento, los propios hermanos Lumière ya intuyeron la fuerza visual de los trenes en sus primeras filmaciones con *L'Arrivée d'un train en gare* [1896] o *Arrivée d'un train à Battery Place*, [1896], unos

cortometrajes que evolucionaron hacia los denominados *phanthom rides* (Fielding, 1983, pp. 119-120), películas filmadas por una cámara situada en la locomotora o en la parte trasera de los trenes desde donde se registraba el recorrido de las vías. Los primeros filmes de este tipo datan de 1897 con la filmación *The Haverstraw Tunnel*, a cargo de la compañía American Mutoscope, y *Départ de Jérusalem en chemin de fer*, realizada por el operador Alexandre Promio para los Lumière, un género a todo tren que no tardó en ponerse de moda, aunque fue la compañía Hale's Tours la que convirtió esta producción en un fenómeno al crear los cines-vagón. Sus salas proyectaron producciones ya existentes, aunque el éxito del formato y la demanda de los espectadores hicieron que la empresa se convirtiera también en productora de películas para sus locales.

Al año siguiente, estas salas-vagón se habían popularizado por toda Norteamérica, desde California a Canadá con sus "*salidas cada diez minutos*", como anunciaban las fachadas de los Hale's Tours. La producción llegó a tener una demanda de hasta 500 salas de exhibición en Estados Unidos e incluso traspasaron las fronteras de Norteamérica. El éxito de este modelo de exhibición que potenció la producción de *phantom rides* tiene una doble explicación ya que se trataba de un espectáculo que fusionaba la atracción de feria con las tradicionales proyecciones, mientras que en lo cinematográfico presentaba un desarrollo de las pioneras vistas, convirtiendo al público en algo más que espectadores; en pasajeros virtuales a los que se les proponía viajes por todo el mundo sin necesidad de salir de su propia ciudad y a precios populares.

El éxito de público de los viajes en tren de la compañía Hale's Tours and Scenes of the World fue exportado fuera de Estados Unidos a partir de 1906 con experiencias en México, Sudáfrica, América Latina, Hong Kong y Europa. Los clones de este sistema de exhibición llegaron incluso a España con varias réplicas en Barcelona y en Madrid, aunque el primer destino europeo de la expansión de la compañía estadounidense fue Gran Bretaña con la creación de su filial inglesa. Fue precisamente en los cines británicos con forma de vagón de tren donde se han documentado la exhibición de diferentes películas filmadas en España como *Malaga and tour through sunny Spain* (Málaga y recorrido por la soleada España, [1908]) y *Between Algeciras and Ronda* (Entre Algeciras y Ronda, [1907]), además de una serie de la variante en coche de las que conocemos un par de títulos *Car Ride in Granada y Car Ride in Málaga* (Paseo en coche por Granada y Málaga, [1908])[x]. Desafortunadamente, ninguna de estas películas se conserva.

Aunque por estas cintas conocemos que Hale's Tour exhibió películas rodadas en trenes españoles, su modelo de exhibición también fue reproducido con iniciativas apócrifas. En Madrid se llegaron a montar cuatro cines-vagón que tuvieron vida consecutiva: el cine tren de la calle Atocha de San Bernardo (¿1909-1910?), el Cinemaway de Enrique Blanco (¿1909-1910?), el Metropolitan Cinematour (1911-1912) y el Wagon-Cinema o Tren Cine

Atocha (1916-1917) (Alonso García, 2003, p. 68). No obstante, el más trascendental fue el barcelonés Metropolitan Cinemaway, que tuvo su *estación central* en el número 605 de la calle Gran Vía de las Cortes Catalanas y surgió de la colaboración de Domènech Comamala, un empresario de géneros de punto, y el mecánico Joan Canudas. Adaptando la fórmula original de la compañía norteamericana Hale's Tours and Scenes of the World, los empresarios proyectaron y financiaron este cine barcelonés y, lo más relevante, también imitaron su perfil como productora de cine al encargar una trilogía ferroviaria de la que se conserva una de ellas, *Barcelona en tranvía* (1909)[xi].

No obstante, los cines-vagón y el subgénero de *phantom-rides* acabaron agotándose en su propio modelo y su (in)capacidad evolutiva ya que la sorpresa de los viajes fue perdiendo efectividad entre los espectadores a la vez que se consolidaban las múltiples fórmulas narrativas del cine de ficción que acabaría imponiendo su atractivo frente a modelos pseudo-documentales como el de este subgénero de trenes revestido como una entretenida experiencia.

La temprana búsqueda del sonoro: del fonoautógrafo al sistema vitaphone

La otra aplicación científica fue una búsqueda que obsesionó a investigadores, fotógrafos y productoras durante toda la etapa del cine mudo: el sonoro. Durante sus dos primeras décadas las películas eran mudas y contaban como único elemento sonoro la interpretación en vivo de las partituras musicales que las productoras cinematográficas enviaban junto a la película a las salas.

Las primeras tecnologías de sonido adaptadas para el cine fueron muy rudimentarias, basadas en la incorporación de melodías y sonido de fondo. Las apreciamos en *Au clair de la lune, Pierrot,* grabado con el *Fonoautógrafo* inventado por el francés Edouard-Leon de Scott de Martinville, 1857. Este investigador francés utilizó este sistema consistente en un trozo de papel ahumado pegado sobre la superficie de un tambor que, al girar, se movía a lo largo de un tornillo. Una aguja conectada a un diafragma se movía cuando el diafragma vibraba produciendo como resultado un trazado en papel. Este aparato sólo dejaba huella del sonido pero aún no se podía reproducir (Domínguez López, 2012, p. 15).

En 1877 Thomas Alva Edison patentó el fonógrafo, otro de los inventos que aún contaban con numerosas deficiencias y que fue perfeccionando, desarrollando un nuevo modelo en el que el sonido se grababa en un cilindro de cera en vez de una hoja de papel de estaño (Fell, 1977, p. 243). Unos años más tarde, en 1894, se ponía a la venta el fonógrafo de

Edison, junto al *Kinetoscopio* de William Dickson, considerado la primera máquina del cine, daría lugar a la grabación y reproducción de manera sincronizada de imagen y sonido. A través del *Kinetoscopio* se podía mirar por el orificio en el interior de una caja por donde pasaban una tiras de película con breves argumentos. Arce (2010) relata como en 1895 se presenta en un local de la carrera de San Jerónimo varias películas de corta duración que además de verse en el *kinetoscopio* también se podían escuchar a través del fonógrafo, aunque el autor no acierta a descifrar si se produciría la conjunción de ambos aparatos, aunque se encontraran en el mismo espacio.

La guerra comercial tras el estreno de El cantor de Jazz

Se produjo una lucha comercial sin concesiones que trabó el adelanto de la llegada del sonoro. En los años 20 el *Movietone,* invento de Lee Forest y comercializado por Fox, fue uno de los sistemas de sonido que se desarrolló en Estados Unidos durante los años 20, la primera tecnología de sonido óptico que se utilizaba en los noticieros en esta época y que capturó momentos históricos entre los años 30 y 60.

Los hermanos Warner se aseguraron las patentes del *Vitaphone* para sonorizar el filme *Don Juan* realizado por Alan Crosland en 1926. La Orquesta Filarmónica interpretaba la partitura que acompañaba la película. *Don Juan* era un filme musical sonoro pero la ausencia de la palabra no le reportó el honor de convertirse en el primer filme sonoro. Fue en el año 1927 cuando nace la que se consideraría oficialmente la primera película sonora, *El cantor de jazz*, de Alan Crosland, película con quince minutos de diálogos y alguna canción, en el que el resto de diálogos aparecía en intertítulos que se utilizaban en las películas mudas y contaba con una orquesta grabada como acompañamiento, como era habitual en la época. No dejaba de ser un filme cantado, que giraba en torno a su protagonista, un artista de *music-hall* con el rostro pintado de negro que interpretaba a un joven de una familia judía ultra ortodoxa, que decide romper con la tradición familiar y en vez de ser rabino, decide convertirse en cantante de jazz (Jeanne y Ford, 1988, p. 15).

En España la primera película sonora se grabó en sistema *Phonophilm* de DeForest, *El Misterio de la Puerta del Sol*, de Francisco Elías, en 1929, "primera cinta con sonido directo y verdaderamente autóctona" (Gubern, 2002, p.14), que aunque no tuvo mucho éxito sirvió de puente en el cine mudo y sonoro en el país. Las actrices Conchita Piquer y Raquel Meller fueron pioneras en el cine sonoro gracias a la invención de este aparato. Piquer llegó a Nueva York en compañía del maestro Penella y DeForest la contrató para que cantara en una de sus primeras películas sonoras, una cinta de once minutos con copyright de 1923, data de cuatro años antes del estreno de la primera película sonora y que se conserva en la Biblioteca del Congreso de Estados Unidos (Gubern, 2002, p. 8).

Con la llegada del cine sonoro se modifica el montaje de las películas, que incluyen más bandas, además de la de imagen, diálogo, músicas y efectos sonoros gracias al invento llamado Moviola. Las producciones cinematográficas gracias al sonido se clasifican en géneros que se consolidan con el paso de los años y el perfeccionamiento del mismo.

El doblaje y la censura en España

Lo cierto es que aunque el cine sonoro tiene ciertas limitaciones en sus inicios, Hollywood había conseguido incorporar el sonido a sus películas pero ahora necesitaba exportar el producto al otros países. Salvo en Reino Unido, en el resto de Europa y países de habla no inglesa rechazaban las películas por no entender lo que en ellas se decían. Los ejecutivos de Hollywood inventan las "*dobles versiones, películas con los mismos decorados y el mismo montaje, que volverían a rodarse en las lenguas, francesa, italiana, alemana y española con intérpretes nativos*" (Dotú, 1999, p. 12).

El antecedente del doblaje en España podemos encontrarlo en la figura del explicador, que aparece la primera década del siglo XX, "*eran personas de voz potente y bien timbrada, que inicialmente fueron contratadas para vocear en el exterior de los locales a modo de reclamo, las excelencias de lo que podía verse en el interior de los mismos*" (Dotú, 199, p.6). Esta figura pasó a tener un papel relevante para el público, ya que tal y como afirma Dotú (1999) no sólo improvisaba las narraciones, sino que además "*respondía con gracia y rapidez a los comentarios e imprecaciones del respetable; porque si al pianista le llovían merengues y altramuces, a los Explicadores no les dejaban de caer réplicas, insultos y silbidos*".

La invención del doblaje se atribuye a Edwin Hopkins y Jacob Karol, en el año 1928. Con el sonido magnético en los años cincuenta se logra agilizar el proceso y se aporta calidad al sonido, además de favorecer el mismo, puesto que evita la memorización de los textos. Para Ávila, (1997, p. 8) no es más que "*la grabación de una voz en sincronía con los labios de un actor de imagen o una referencia determinada, que imite lo más fielmente posible la interpretación de la voz origina*l".

En España el doblaje tiene connotaciones negativas, con el comienzo del franquismo, tras la Guerra Civil, se utiliza como medio de propaganda. El contenido se cambiaba a voluntad del régimen en caso de no estar de acuerdo con el contenido de la cinta. Una de las películas que nos muestran la censura el doblaje al castellano fue *La Dama de Shangai (1948),* de Orson Welles. El doblaje oculta la simpatía de Welles por el bando republicano y su crítica al régimen franquista (Azar León, 2015, pp. 27- 28). Lo cierto es que aunque durante años se ha asociado a "*una imposición de la censura franquista, el doblaje es ante*

todo una exigencia comercial, proclamada al unísono de los sectores de la exhibición y de las productoras multinacionales" (Heinink, 2002, p.44)

La música y los efectos especiales, nuevos géneros del cine sonoro. El cine musical desde sus inicios una fórmula de éxito

En los años 30, el sistema RCA permite grabar sobre el celuloide dos pistas de sonido diferentes, lo que contribuye a la proliferación de las películas musicales. Desde los inicios del cine, la música ha estado presente en el cine, tanto en el mudo como en el cine sonoro, cuya primera película se basaba en lo que posteriormente llegaría a considerarse un género. *La melodía de Broadway*, de Harry Beaumont, en el año 1927, marca el inicio de los musicales cinematográficos. "*El primer musical de la era sonora presentado por la MGM como la primera producción: ¡Toda hablada, toda cantada, toda bailada!*" (Carmona, 2004, p. 130). En ella se inspiró *Cantando bajo la lluvia*, de Stanley Donen en 1952, considerado el mejor musical de la historia, cuyo argumento gira en torno a las vicisitudes ocurridas en la transición del cine mudo al sonoro, cuando los productores se percatan del ridículo que puede hacer una estrella del cine mudo sin cualidades musicales ni timbre de voz (Carmona, 2004, p. 43).

Posteriormente asistiríamos a la época dorada del cine musical, con las producciones protagonizadas por Fred Astaire y Ginger Rogers, como *Sombrero de copa* (1930). En los 40 y 50, Gene Kelly, revolucionó el género con *Un día en Nueva York* (1951) o *Cantando bajo la lluvia* (1952). A partir de los años sesenta las producciones sonoras tuvieron un éxito rotundo, como las obras protagonizadas por Elvis Presley en *Viva las Vegas* (1964), Sinatra en *Alta Sociedad* (1960) y otros tantos, que lanzaron al estrellato el género y las bandas sonoras. Tales como *West Side Story* (1961), *My Fair Lady* (1964) *o Mary Poppins* (1965). Continuando con la década de los años setenta, sobresalen, *Cabaret* (1972*), Jesucristo Superstar* (1975), *Greasse* (1978) ó *All That Jazz* (1980) y *Annie (1982)*. Desde el 2.000, *Chicago* (2002), *Moulin Roge* (2001) nos descubren nuevas facetas de actores que no estábamos acostumbrados a ver cantando, como Catherine Zeta Jones y Nicole Kidman. La evolución del sonoro gracias a la tecnología nos permite disfrutar de la música y la voz de los actores como era inimaginable en sus inicios.

La ciencia ficción y su relación con los efectos sonoros

En el año 1953 aparece el Cinemascope, que incorpora cuatro canales de sonido: central, izquierdo, derecho y un canal para efectos envolventes. Desde entonces, los avances son

innumerables, sobre todo por la incorporación del sonido Dolby: una técnica de reducción de ruido simple, que aplica comprensión durante la grabación. Actuaba sólo en los sonidos de bajo volumen. En el año 1974, *Terremoto*, logró captar la atención al público por el sonido de los efectos que creaban una impresión en el espectador superior al de la imagen sin estos efectos. Gracias a la evolución del sistema Dolby, con el Dolby Stereo y Digital aparecen las grandes producciones de ficción basadas en efectos visuales y sonoros que contribuyen a la proliferación del género (Cantero, 2011). Entre los filmes en los que se aprecia la evolución tecnológica en efectos sonoros destaca *Superman*, de Richard Donner, en 1978. *La Guerra de las Galaxias*, con la incorporación del sable laser como uno de los efectos sonoros universales, sigue fascinando a los espectadores por los efectos sonoros y visuales casi cuatro décadas después. La primera película de la saga se estrenó en 1977, pero es reseñable la utilización del Dolby en *La Amenaza Fantasma,* dirigida por George Lucas, en 1999, que marcó una forma diferente de experimentar los efectos sonoros.

Uno de los últimos avances del cine sonoro es el cine ultra realista, gracias al sistema Dolby. La tecnología de Dolby Atmos produce una coherencia espacial total. La posibilidad de disfrutar del sonido 3D, caracterizado por la incorporación de altavoces en el techo de las salas de cine. Una promesa para una experiencia sonora que resultará común en los próximos años.

Conclusiones

No habría cine sin ciencia. Los hermanos Lumière contemplaron aquella máquina de imágenes en movimiento como una simple "*curiosidad científica*" , aunque su invento se les rebeló. La propagación del cinematógrafo hizo que las primeras vistas de los operadores pioneros hayan llegado hasta nuestros días como un compendio de cine antropológico y etnológico que retrata las costumbres y culturas de países de todo el mundo. Pero el desarrollo de la narrativa ligada a la ficción arrinconó al cine científico, que entró en los laboratorios gracias a investigadores interesados por mostrar sus técnicas y avances. Un desarrollo de la ciencia en los argumentos ralentizado por su escasa comercialidad y que lo fue aún más en el caso español. Así, la producción científica nacional ha sobrevivido escasamente y, como ocurrió con la ficción, muestra una aplicación tímida y tardía con respecto a otras cinematografías.

Paralelamente, las productoras invirtieron en mejorar los sistemas de captación y proyección de imágenes durante la etapa del cine mudo. Una de las iniciativas que aplicó la tecnología para presentar una novedad narrativa fue Hale's Tours of the World, cuyo fulgurante éxito en 1905 le permitió exportar desde EE UU su producción de películas rodadas en tren –*phantom rides*- que se exhibían en cines-vagon que imitaban el movimiento ferroviario. El cine se convirtió en un viaje, en una experiencia, y su éxito llegó

a España. Aunque este tren también llegó tarde a nuestro país con respecto a otros territorios –casi un lustro- y lo hizo con adaptaciones apócrifas del original.

La búsqueda constante de la perfección en la reproducción de una experiencia real nos lleva al cine sonoro, que gracias a los diferentes sistemas y tecnologías relacionadas con la ciencia han variado la forma de ver y experimentar las producciones cinematográficas. Gracias al sonoro se articulan nuevas narrativas y se crean géneros en constante evolución. El cine, que nació en torno a la imagen, debe en gran parte al sonido su desarrollo en géneros, que aún en la actualidad sigue un proceso constante de cambios para envolver al espectador en sensaciones.

Bibliografía

Abel, R. (1998). *The Ciné Goes to Town: French Cinema, 1896-1914*, Oakland: University of California Press.

Alonso García, L. (2003). *Un espectador no tan inmóvil: retrasos y desvíos del primitivo cine-móvil*, en Quintana, Á. (coord.): *La Construcción del Público de los Primeros Espectáculos Cinematográficos*, Girona: Fundació Museu del Cinema.

Álvarez Rodríguez, Y. (1994). *El cine científico en España*, en *Educación y Biblioteca*, Año 6, nº 48 (p. 50), Madrid: Tilde.

Álvarez Rodríguez, Y. (1999-2001): *El cine como instrumento de investigación y docencia en cardiología.* Federación Argentina de Cardiología. Recuperado de http://www.fac.org.ar/scvc/llave/PDF/alvareze.pdf

Arce, J. (2010). La dimensión sonora del cine mudo en España: Heterogeneidad y homeopatía escénica. *Music, Sound, and the Moving Image*, 139-160.

Ávila, A. (1997). *El doblaje.* Madrid: Ediciones Cátedra.

Azar León, S. (2015). *El doblaje en el cine estadounidense como herramienta de identidad nacional durante el franquismo: estudios de caso de los filmes Casablanca (1942), La dama de Shanghái (1947) y Mogambo (1953).* (Trabajo de grado). Universidad Pontificia de Comillas, Madrid.

Brayer, E. (2006). *George Eastman: A Biography.* Ed. University of Rochester Press.

Camarero Rioja, F. (2014). *Catálogo de Documentales Cinematográficos Agrarios (1895-1981)*, Madrid: Ministerio de Agricultura.

Carmona, L. M. (2004). *Los 100 mejores musicales de la historia del cine.* Madrid: Editorial Cacitel S. L.

Cantero, J. R. (2011). Dolby y el diseño sonoro en el cien contemporáneo. *Eu-topías: revista de interculturalidad, comunicación y estudios europeos*, (1), 39-48.

Domínguez López, J. J. (2012). *Tecnología del sonido cinematográfico* (Vol. 34). Madrid: Librería-Editorial Dykinson.

Donis, A. Dondis (1985). *La sintaxis de la imagen.* Editorial G.G.

Dotú, J. (1999). *El actor de doblaje.* Madrid: JD Ediciones.

Época, La (EP) (3 de diciembre de 1917). *El cinematógrafo científico* (p. 4). Madrid.

Época, La (5 de diciembre de 1917). *El cinematógrafo científico* (p. 4). Madrid.

Fielding, R. (1983): *Hale's Tours: Ultrarealism in the pre-1910 motion picture*, en Fell, J. L. (ed.): *Film Before Griffith*, Berkeley: University of California Press. 119-120.

Fell, J. L. (1977). *El filme y la tradición narrativa*. Buenos Aires: Tres Tiempos.

González López, P. (2010). *El espectáculo y la industria del cine en España de 1905 a 1914*. En ***Lahoz Rodrigo, J. I. (coord.): A propósito de Cuesta. Escritos sobre los comienzos del cine español. 1896-1920, Valencia: Generalitat Valenciana.***

Griñán, F. (2016). *Fotogramas contra el tiempo: Los rodajes perdidos del cine mudo en Málaga*. Dirigida por Javier Ruiz San Miguel. Tesis doctoral inédita. Universidad de Málaga, Departamento de Comunicación Audiovisual y Publicidad.

Griñan, F. (2009). *Las estaciones perdidas del cine mudo en Málaga*, Málaga: Diputación Provincial.

Gubern, R. (2002). La traumática transición del cine español del mudo al sonoro. En AEHC (1993). *El paso del mudo al sonoro en el cine español* (pp.3- 24), Madrid: Editorial Complutense.

Guy, A. (1996). *The memoirs of Alice Guy Blaché*, trad. Roberta y Simona Blaché, ed. Anthony Slide, Nueva Jersey: The Scarecrow Press.

Hayes, C. (2009). *Phantom carriages: Reconstructing Hale's Tours and the virtual travel experience*, *Early Popular Visual Culture*, 7 (2), 191. http://dx.doi.org/10.1080/17460650903010725

Heinink, J. B. (1993). El transcurso del cine mudo al sonoro como motivo generador de contradicciones. En AEHC (1993). *El paso del mudo al sonoro en el cine español* (pp. 25-46), Madrid: Editorial Complutense.

Heraldo de Madrid, El (HM) (27 de octubre de 1898). *Ecos* (p. 1), Madrid.

Heraldo de Madrid, El (3 de diciembre de 1917). *Cinematógrafo científico* (p. 3). Madrid.

Imparcial, El (*IMP*) (25 de abril de 1903). *El cinematógrafo en cirugía* (p. 1), Madrid.

Imparcial, El (15 de diciembre de 1917). *Funciones para hoy*: *Príncipe Alfonso* (p. 3). Madrid.

Jeanne, R., & Ford, C. (1988). *Historia ilustrada del cine*. Madrid: Alianza Editorial.

Moreno Castillo, R. (2007). *Alhacén, el Arquímedes árabe*, Madrid, Editorial Nivola

Mosterín, J. (1983). *Historia de la filosofía. La filosofía oriental antigua*. Alianza Editorial.

Sel, S. (2016): *Modernización, información e ideología en el cine científico argentino*, en Alted Vigil, A. y Sel, S. (coord.): *Cine educativo y científico en España, Argentina y Uruguay*, Madrid: Editorial Universitaria Ramón Areces.

Thompson, K. y Bordwell, D. (1994). *Film History: An Introduction*, Nueva York: McGraw Hill.

Evolución de los formatos cinematográficos y revolución en las técnicas narrativas. La tecnología al servicio del discurso científico

María-Nieves Corral-Rey

Universidad de Málaga- Andalucía Tech

nievescorrey@hotmail.com

María-Jesús Ruiz-Muñoz

Universidad de Málaga- Andalucía Tech

mariajesus@uma.es

Francisco-Javier Ruiz-del-Olmo

Universidad de Málaga- Andalucía Tech

fjruiz@uma.es

Resumen

En el presente trabajo se realiza un recorrido por la evolución de los formatos cinematográficos desde la década de los cincuenta hasta la etapa de la consolidación del sistema digital, haciendo hincapié en las transformaciones experimentadas en los sistemas de producción, planteamientos estéticos y mecanismos narrativos del discurso científico en el medio cinematográfico. Por otro lado, en plena era de la convergencia mediática resultaría insuficiente abordar los avances del cine digital únicamente desde la perspectiva de producción, ya que internet se ha convertido en una ventana más a la que prestarle consideración en lo referente a la difusión de los contenidos. Asimismo, cabe subrayar que en la etapa actual las posibilidades del audiovisual científico deben entenderse más allá de la mera concepción de la propia obra como un proyecto unitario y

limitado, puesto que sus fronteras son susceptibles de ampliarse y completarse con materiales interactivos y planteamientos de carácter transmedia.

Palabras clave:

Cine; ciencia; tecnología; formatos; documental

1. Introducción

Antes de realizar un recorrido por la evolución de algunos de los grandes formatos cinematográficos y de su aplicación en la proyección, se considera necesario definir el concepto "formato", puesto que se trata de uno de los elementos que más ha condicionado la narrativa cinematográfica (Fresno Baquero, 1996, pp. 20-22). Así pues, partimos de que comprende los medios empleados por los directores de cine para que la imagen y el sonido de los filmes se puedan proyectar en las salas cinematográficas: las cámaras y lentes, el celuloide o sensor digital y los sistemas de proyección.

Igualmente, es necesario mencionar el formato estándar internacional de 35 mm, creado por Edison a finales del siglo XIX y el más utilizado desde los inicios del cine mudo hasta la década de los años 50. Además, según la norma, con cuatro perforaciones por cuadro en ambos lados, para que la película se reproduzca a 24 *frames* por segundo (Caparrós Lera, 2002).

2. Aparición de los grandes formatos cinematográficos

A comienzos de los años 30, poco antes de que se adoptara el formato ASF, diversas compañías y estudios cinematográficos comenzaron a experimentar con nuevos formatos de pantalla, como fue el caso de la productora Century Fox, que consiguió desarrollar el primer sistema panorámico denominado *Grandeur*, que empleaba una película de 70 mm. Precisamente, este procedimiento se probó con el film titulado *La gran jornada* (Raoul Walsh, 1930), del que se hizo una versión en cada uno de estos formatos, a pesar que tuviesen lugar una serie de complicaciones técnicas.

No obstante, como subraya Castillo Pomeda (2011, p. 48), fue precisamente entre los años 50 y 60 cuando las tecnologías cinematográficas de filmación y proyección evolucionaron sus formatos con el único fin de que el público no abandonara las salas, pues concretamente en la década de los años 50 la mayor amenaza para el sistema de Hollywood era la televisión. Aunque el cine en pantalla panorámica nació oficialmente en 1952 con el formato Cinerama, un revolucionario procedimiento de filmación que funcionaba a una velocidad de proyección de 26 *frames* por segundo. Fue creado por Fred

Waller, quien lo dio a conocer con un documental rodado en el nuevo formato que se titulaba *Esto es Cinerama* y fue producido por Michael Todd. Como recuerda Colón Zayas (2014, p. 33), esta tecnología consistía en la utilización de tres cámaras sincronizadas, cargadas con celuloide de 35 mm y proyectadas a través de tres equipos, con el fin de que la imagen cubriese una gigantesca pantalla curva. Además de producir un grandilocuente efecto envolvente sobre el público que se encontraba en la sala (Castillo Pomeda, 2011, p. 49).

Ahora bien, este sistema conllevaba unos costes de producción desorbitados incluso para los más poderosos de la industria: Metro Goldwyn-Mayer y Century Fox. En este sentido, según pone de relevancia Mas (2016, p. 2), las dificultades técnicas de producción, filmación y edición provocaron un descenso en las producciones en este formato. Pues gran parte de los exhibidores no podían hacer frente a la enorme inversión necesaria para adaptar sus salas a este formato y los estudios se limitaron a producir con éste unos pocos filmes que requerían gran espectacularidad. Cabría destacar el caso del director John Ford para su película *La Guerra civil* (1962).

Asimismo, con la televisión como principal competencia, las *Majors* decidieron hacer frente a la misma. Pero, como consecuencia de los elevados costes del Cinerama, se lanzaron a buscar un nuevo formato panorámico. Y sería la productora Century Fox la que lanzase el formato Cinemascope, para el que se efectuó una potente política de propaganda, consiguiendo que muchas salas se adaptasen a este sistema. Sin embargo, tenía igualmente algunos inconvenientes, en particular una ligera distorsión en la zona central de la pantalla. En este sentido, los primeros filmes realizados en este formato fueron *Cómo casarse con un millonario* (Jean Negulesco, 1953) y *La túnica sagrada* (Henry Koster, 1954), que se rodaron casi a la par. No obstante, se considera que es esta última la que marca el inicio de un período en el que se comenzaron a rodar películas en este formato (Fresno Baquero, 1996, p. 25).

Por otro lado, la Fox se puso en contacto con Panavision Incorporated para solventar el defecto comentado anteriormente. Le encargó unas nuevas lentes y también una mayor variedad de objetivos de diferentes distancias. Y estas lentes, además de eliminar la distorsión durante la proyección, ofrecerían unas imágenes aún más nítidas. Gracias a ellas, una cinta rodada en Cinemascope podía proyectarse en una pantalla plana sin merma en la calidad de imagen ni distorsiones de ningún tipo. Aunque, debido a su arrebatador triunfo, el resto de *Majors* se alarmaron e iniciaron un proceso de desarrollo de sus propios formatos panorámicos basados en las lentes anamórficas (Castillo Pomeda, 2011, p. 49). Uno de éstos fue la tecnología Vistavision, lanzado por la productora Paramount en 1954, cuya mayor ventaja era la posibilidad de exhibición en cualquier sala de cine sin importar el equipamiento que ésta tuviese. Asimismo, el paso del negativo por

la cámara se hacía en este formato de forma horizontal, a diferencia de otros sistemas en los cuales este proceso se hacía en vertical. En este sistema se rodaron filmes como *Vértigo* (Alfred Hitchcock, 1958).

3. Proliferación y consolidación de nuevos formatos en la gran pantalla

Pese a que CinemaScope y VistaVision dieron excelentes resultados, ninguno de ellos podía compararse al Cinerama en lo que a la definición de imagen se refiere. Por eso, a finales de los años 50, Michael Todd se embarcó en crear un formato nuevo que igualase a éste, pero a unos costes más reducidos. Por tanto, en colaboración con American Optical salió a la luz el sistema conocido como Todd-AO, basado en el empleo de un negativo de 70 mm (Castillo Pomeda, 2011, p. 50) y la definición de imagen era casi tan alta como la obtenida por Cinerama y superior a la ofrecida por Cinemascope y Vistavision. Aunque también albergaba algunos inconvenientes, y por eso la primera producción rodada en este formato Todd-AO, *Oklahoma* (Fred Zinneman, 1955), se rodó también en Cinemascope, con el fin de que pudiese ser proyectada en el mayor número de salas. No obstante, se descubrió que este sistema creado por Todd era compatible con los proyectores de Cinemascope en reducciones de 35 mm, siempre que hubiese una disminución de la velocidad de rodaje y de proyección a los tradicionales 24 *frames* por segundo.

Conjuntamente, fueron surgiendo otros sistemas desarrollados por Technicolor, como el caso de Technirama (1957), que se comercializó a través de 2 vías: copias de 35 mm en Scope y copias en 70 mm sin anamorfosis conocido como Supertechnirama. El primer film rodado en este Technirama fue *Sayonara* (Joshua Logan, 1957) y su variante Supertechnirama se empleó en títulos como *El Cid* (Anthony Mann, 1961) y *Espartaco* (Stanley Kubrick, 1960).

Ahora bien, aunque Cinemascope, Vistavision, Todd-AO, Technirama y las variantes de Panavision eran formatos magníficos, realmente conllevaban elevados costes para ser empleados en producciones de Serie B o por las pequeñas productoras independientes. Por este motivo, se trató de buscar un sistema más económico, susceptible de ser utilizado en películas de bajo coste o por los cineastas de países carentes de una industria de cine poderosa. Y la solución llegó a principios de los 60 con la aparición del Techniscope. Lo que se logró con este formato fue tomar la película de 35 mm y reducir la altura del negativo a emplear a la mitad. Esto supuso una solución de filmación para muchos cineastas europeos, los cuales contaban con presupuestos más modestos. Como ejemplo significativo de uso de Techniscope, cabe destacar que Sergio Leone rodó con él esta

famosa trilogía: *Por un puñado de dólares* (1964), *La muerte tenía un precio* (1965) y *El bueno, el feo y el malo* (1966).

Incluso, como consecuencia de la aparición de estos formatos panorámicos, muchos directores y jefes de fotografía, conscientes igualmente del progreso de la televisión, comenzaron a buscar el modo de realizar filmes que pudiesen emitirse por la pequeña pantalla. De esta forma, este medio supuso una nueva salida, siendo considerado como un segundo mercado. Y ya en las décadas de los años 80 y 90 surgió y se consolidó el vídeo (VHS), que se concibió como un tercer mercado. Complementado actualmente con nuevas ventanas de explotación, como sería el caso de los sistemas en DVD, Blue-Ray y las salas en 3D entre otros nuevos procedimientos de proyección (Pérez Prado y López Sánchez, p. 2008).

4. La revolución digital: transformaciones estéticas y en los planteamientos narrativos

Si bien es en el siglo XXI cuando la industria audiovisual entra de lleno en la tecnología digital, conviene recordar algunos hitos anteriores en la gran pantalla como *Tron* (Steven Lisberger, 1982) o *Matrix* (1999), dirigida por las hermanas Wachowski. Esta última película marcó el inicio de una vertiginosa renovación del lenguaje cinematográfico por su forma de plasmar la influencia de otros vehículos culturales, como el cómic o los videojuegos, fundamentalmente a través de la fotografía y las técnicas de posproducción empleadas.

Desde entonces hasta la actualidad el cine digital ha tenido sus defensores y sus detractores, tanto en el terreno de la ficción como en el campo del documental, y desde luego el debate aún continúa abierto. Hasta el punto que incluso encontramos un largometraje documental, *Side by side* (Keanu Reeves, 2012), consagrado a recabar y contrastar las diferentes posturas al respecto entre destacadas figuras de la industria audiovisual en el ámbito internacional.

Por un lado, los defensores del celuloide argumentan que la calidad del resultado final de la obra cinematográfica continúa siendo superior cuando se utiliza este soporte de grabación, mientras que los partidarios del sistema digital defienden la inmediatez en el visionado del material grabado que permiten los equipos y también que no se desperdicia metraje, entre otros aspectos. También encontramos directores que, no siendo especialmente partidarios de lo digital, finalmente se decantan por utilizar cámaras digitales debido a los elevados costes de los equipos analógicos, para posteriormente inflar el resultado final a celuloide.

Considerando aspectos económicos, técnicos, estéticos y narrativos, la balanza siempre puede inclinarse de uno u otro lado. No obstante, todavía hoy las posibilidades creativas del celuloide resultan más amplias desde el punto de vista estético y más complejas tanto durante el proceso de filmación como en la fase de revelado, mientras que el cine digital se encuentran más limitado en este sentido y, por ejemplo, son mayores los problemas que pueden surgir desde el punto de vista de la iluminación. Por ello, en ocasiones encontramos también documentalistas que optan por la combinación de soportes de grabación en función de las necesidades y costes de producción correspondientes. De todos modos, como señala Ricard Mamblona, no cabe duda de que las herramientas digitales han supuesto una revolución desde el punto de creativo en la elaboración de productos audiovisuales, especialmente en el terreno del documental:

> A diferencia de todo el mecanismo utilizado para registrar en celuloide, el video digital destaca por el abaratamiento y la simplicidad de sus elementos para que éste cumpla con la simple función de grabar. La flexibilidad y reutilización de las cintas de vídeo, la comodidad de almacenamiento audiovisual en discos duros, la accesibilidad económica a material profesional audiovisual, a *hardware* y *software* relacionado con la edición de vídeo no lineal, han revolucionado en número y en variedad estilística el bulto de obras documentales. (Ricard Mamblona, 2009, p. 1176)

Sin duda, la reducción de costes, la flexibilidad y el manejo más sencillo de los equipos de vídeo digitales ha abierto también las puertas del documental a nuevos creadores con historias que contar y con inquietudes por profundizar en aspectos concretos de la realidad desde un punto de vista científico. Y de este modo también se ha potenciado una tipología de proyectos que podríamos denominar alternativos o independientes, de bajo coste y que ciertamente no resultan comerciales, los cuales actualmente pueden llevarse a cabo sin necesidad de depender del respaldo de grandes productoras o subvenciones. Desde luego, en este nuevo panorama tienen mucha más cabida una gran variedad de temas y proyectos más singulares que no necesariamente tienen por qué coincidir con los intereses del mercado audiovisual, incluso en el ámbito del documental científico.

Por otra parte, la conjunción entre la revolución tecnológica y la evolución que en paralelo ha experimentado la narrativa audiovisual, caracterizada actualmente por la disolución de fronteras entre géneros y formatos, dando lugar a los más diversos mestizajes e hibridaciones, también ha dejado su huella en el terreno del documental (Ortega, 2005). Vertiginosas transformaciones ante las que, sin duda, no ha permanecido ajeno el documental científico. En este sentido, resulta emblemático el ejemplo de la oscarizada película francesa *La marche de l'empereur* (Luc Jacquet, 2005), en el que la emigración de los pingüinos en la Artártida se narra con mecanismos más propios del cine de ficción que

con las pretensiones de rigor y objetividad tradicionalmente atribuidas al documental científico en etapas precedentes.

Como consecuencia de todos los cambios experimentados y también por la predominante demanda de entretenimiento que caracteriza la era "postdocumental", Bienvenido León también pone el foco de atención en la incorporación al documental científico de una serie de fórmulas narrativas que son propias de otros géneros:

> En su búsqueda del entretenimiento como camino hacia la audiencia, el documental científico ha abrazado nuevas estrategias. Una de las de mayor éxito es el uso de géneros híbridos. Entre ellos, en la última década destaca el denominado "documental dramatizado", que combina las formas narrativas del documental tradicional, con escenas dramatizadas, que son interpretadas por actores, en las que se recrean situaciones históricas, a partir de la información aportada por los científicos. (León, 2009, p. 16)

Desde luego, los más recientes avances tecnológicos han ampliado las posibilidades narrativas de la creación audiovisual mucho más allá de los tradicionales procesos de la elaboración de la obra cinematográfica, pero no sólo en lo que se refiere al planteamiento de los guiones y a la fase de rodaje sino también, de forma muy significativa, al proceso de edición del material rodado. En concreto, en el caso del cine científico, cabe destacar que las numerosas opciones que proporcionan actualmente los efectos digitales permiten tanto crear como recrear universos narrativos que no resultarían posibles con el soporte analógico. Así pues, además, a través de recursos como la infografía o la animación resulta mucho más fácil clarificar conceptos científicos que, por su complejidad, entrañan un alto grado de dificultad de comprensión. No obstante, como subraya Paricio (2002), "la comprensión de los objetivos, razonamientos, demostraciones o hallazgos científicos suele necesitar una formación previa en el tema que, en ocasiones y dependiendo de la materia, puede llegar a ser muy específica" (p. 87).

5. La producción audiovisual de carácter científico en el contexto de las nuevas ventanas, fórmulas y formatos de exhibición

En la era de la convergencia mediática resulta insuficiente abordar la influencia de los avances de la tecnología digital únicamente desde la perspectiva de la producción audiovisual, ya que internet se ha convertido paulatinamente en una ventana cada vez más importante para la difusión de los contenidos. En este sentido, resulta especialmente destacable el papel que desempeñan las plataformas especializadas en la difusión de cine

científico. Sirva como ejemplo el blog Docuciencia,[xii] en el que se ofrece una amplia clasificación temática de documentales científicos alojados en servidores en abierto con fines divulgativos. Otro caso interesante es el de las secciones del portal de Radiotelevisión Española (RTVE) dedicadas a Ciencia y Tecnología,[xiii] Salud[xiv] y Naturaleza,[xv] entre otras en las que se pone a disposición de los internautas un completo catálogo de documentales de carácter científico.

No olvidemos tampoco que, a lo largo de los últimos años, plataformas como Youtube, Vimeo o Google Video y redes sociales como Facebook o Twitter se han convertido en atractivos escaparate para la difusión de producciones audiovisuales, ya que se cuentan entre sus principales ventajas el hecho de que resultan fácilmente accesibles y que pueden utilizarse de forma gratuita. En el caso del documental científico, estas ventanas resultan especialmente valiosas para las producciones de carácter divulgativo y didáctico.

Por otro lado, con una buena estrategia de difusión, resulta posible conseguir que un mensaje de concienciación social o política impacte en un número considerable de espectadores de internet. Recordemos la película *Home* (Yann Arthus-Bertrand, 2009), en la que mediante una composición de vistas áreas del planeta Tierra se pone el foco en las serias amenazas que acechan el equilibrio ecológico de cara al futuro. Este documental fue estrenado en cines de todo el mundo y comercializado en DVD y Blue-Ray, pero también se puso a disposición del gran público on line de forma gratuita.

Pese a todas las ventajas descritas, no podemos obviar que la existencia de estas plataformas no contribuye a paliar uno de los grandes problemas a los que se enfrentan en su fase de distribución las obras documentales en general, y el documental científico en particular: la escasa rentabilidad económica. En numerosas ocasiones estos trabajos audiovisuales ni si quiera alcanzan la amortización de los costes de producción, pero también encontramos otros casos en los que el cine documental encuentra un buen aliado en las plataformas bajo demanda, como ponen de manifiesto Linares-Palomar y Baraybar-Fernández:

> Son una herramienta valiosa de distribución para los productores independientes, aspecto relevante en un momento en que la producción nacional sufre un elevado contraste entre las películas de alto presupuesto y aquellas con una inversión reducida. Algunos de los títulos que mejor aceptación han tenido en estas plataformas pertenecen al género documental, de difícil exhibición mediante las pautas convencionales de mercado. Documentales como *La vida en llamas* (Manuel Martín, 2015) o *Loba* (Catherine Béchard, 2015) han sido casos de éxito (…). (Linares-Palomar y Baraybar-Fernández, 2017, p.73)

Finalmente, conviene tener presente que en la etapa que nos ocupa las posibilidades del documental científico deben entenderse más allá de la mera concepción de la propia obra como un proyecto unitario y limitado puesto que, como sucede con otra clase de trabajos audiovisuales, sus fronteras son susceptibles de ampliarse y completarse con materiales interactivos y planteamientos de carácter transmedia.

6. La democratización digital y el cine científico, un debate inacabado

Concluye este recorrido por la evolución de los formatos audiovisuales y de sus técnicas narrativas haciendo hincapié en que la revolución digital ha desencadenado una parcial democratización de los medios de producción y también la proliferación de nuevos formatos de distribución. No obstante, la tecnología en sí misma carece de valor para el documental científico (y para cualquier otro género) si su utilización no está supeditada al tratamiento audiovisual de un concepto bien definido y cimentado sobre unas bases estéticas y narrativas que resulten sólidas.

Desde luego, la generalización de tecnología digital ha marcado el rumbo del género documental y, en particular del documental científico. Pero, ¿resulta entonces inminente la muerte cerca del cine analógico? Ciertamente, como señala Bienvenido León (2009), la película cinematográfica ha quedado relegada a las producciones de gran presupuesto. Aun así, el celuloide, por sus prestaciones diferenciales frente al digital, por su calidad y por su calidez, seguirá acompañándonos durante mucho tiempo.

7. Bibliografía

Caparrós Lera, J. M. (2002). *Breve historia del cine americano: de Edison a Spielberg*. Barcelona: Littera Books.

Castillo Pomeda, J. M. (2011). La televisión estereoscópica: ¿Futuro perfecto o huida hacia adelante? *Revista Comunicación y Hombre*, 7, 43-60. Recuperado de: http://ddfv.ufv.es/xmlui/bitstream/handle/10641/885/La%20televisi%F3n%20estereosc%F3pica.pdf?sequence=1 [Fecha de consulta: 15-01-2017]

Colón Zayas, Eliseo R. (2014). ¡Esto es Cinerama!, Eróticas de tiempo y espacio en la obra gráfica de René Santos. *Revista Surco Sur*, 4 (6), 30-37. Recuperado de: http://scholarcommons.usf.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1150&context=surcosur [Fecha de consulta: 14-01-2017]

Fresno Baquero, I. J. (1996). *El cinemascope de 20th Century Fox: un momento clave en la tecnología, la industria y el arte cinematográfico.* (Tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid, Madrid (España).

Linares-Palomar, R. y Baraybar-Fernández, A. (2017). Empoderamiento del espectador cinematográfico: exhibición bajo demanda en España. *El profesional de la información,* 26 (1), pp. 67-76. Recuperado de:

http://www.elprofesionaldelainformacion.com/contenidos/2017/ene/07_esp.pdf [Fecha de consulta: 23-01-2017]

León, B. (2009). El documental científico y sus coordenadas. *Quaderns del CAC,* 30, 11-18. Recuperado de:

http://www.cac.cat/pfw_files/cma/recerca/quaderns_cac/Q30_web_ES.pdf [Fecha de consulta: 17-01-2017]

Mas, E. (2016). Del Cinerama al cine digital: del cenit a la decadencia. *Nits en blanc*, 1-6. Recuperado de: http://nitsenblanc.cat/Histories_publicades/Del-Cinerama-al-cine-digital.Del-cenit-a-la-decadencia.pdf [Fecha de consulta: 14-01-2017]

Mamblona Agüera, R. (2009). La digitalización en el documental: nuevas formas de aproximación a la realidad. *Trípodos,* Extra 2009 (2), 1173-1182. Recuperado de:

http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/33592218/CRbook2.2009.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1485144839&Signature=LZJSEwPdsXmTuYpuQfy48ES9h0g%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DV_International_Conference_Communication.pdf [Fecha de consulta: 17-01-2017]

Ortega, M. L. (Coord.) (2005). *Nada es lo que parece: falsos documentales, hibridaciones y mestizajes del documental en España.* Madrid: Ocho y Medio.

Paricio Royo, J. (2002). Claves del diseño de programas científicos para televisión. *Mediatika: Cuadernos de medios de comunicación,* 8, 85-113. Recuperado de:

http://www.euskomedia.org/PDFAnlt/mediatika/08/08085113.pdf [Fecha de consulta: 17-01-2017]

Pérez Prado, J. M. y López Sánchez, J. I. (2008). Las ventajas competitivas en el mercado de DVD de alta definición, 18, 54-67. Recuperado de: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2656455 [Fecha de consulta: 16-01-2017]

La Tragedia en la ciencia expuesta a través de la película *Interstellar*[xvi]

The tragedy in science exposed through the film Interstellar

Francisco José Gil Ruiz

Doctor en Comunicación Audiovisual por la Universidad Complutense de Madrid

Francisco.gil87@gmail.com

Resumen

Este trabajo tiene como objetivo indagar en el lado trágico de la ciencia a través de la película *Interstellar* (Nolan, 2014), donde se observa cómo el ser humano se ve obligado a sobrepasar una serie de fronteras con el fin de asegurar la supervivencia de la especie. *Interstellar* ofrece puntos interesantes de cara a los sacrificios a los que tendrá que hacer frente la humanidad; sacrificios no sólo materiales, sino también emocionales. En medio de todo ello queda situada la figura heroica, que como no puede ser de otra manera, tendrá que responder a los retos que se le presenten más allá de nuestro planeta.

En primer lugar se alude a la relación entre ciencia y cine, así como a la ciencia ficción como herramienta docente en ciencias. Después se trata el concepto de la tragedia, que da pie al análisis narrativo de *Interstellar*, dividido en dos bloques: por un lado se focaliza sobre la historia, dividiendo la película en cinco tramos y extrayendo de cada uno los fragmentos más representativos. Sobre éstos se analiza la puesta en escena (Casetti y Di Chio, 2007), la forja heroica del protagonista (Vogler, 2002), y el reconocimiento de la *Poética* (Aristóteles, 2013); en el segundo bloque se analizan los personajes desde las perspectivas de *Las etapas de la vida* (Guardini, 2015), y desde las relaciones afectivas según criterios de Fromm (2015).

El estudio confirma la viabilidad de la interpretación trágica de la ciencia a través del texto fílmico.

Palabras clave

Cine, ciencia, tragedia, héroe, Interstellar, análisis audiovisual.

Abstract

This paper aims to investigate the tragic side of the science through the film *Interstellar* (Nolan, 2014), where it is observed how the human being must surpass several frontiers in order to ensure their survival. *Interstellar* offers interesting points about the sacrifices which will have to be faced by the human being, not only material, but also emotional. In the middle of this is located the heroic figure that will have to respond to many challenges beyond our planet.

In the first place, we allude to the relationship between science and cinema, as well as to the science fiction as a tool at teaching sciences. In the second place, we treat the concept of tragedy, which leads us to the narrative analysis of *Interstellar* in two blocks: on the one hand we focus over the story, dividing the film in five sections where we extract, from each one, the most representative fragments. Over them it analyzes the staging (Casetti & Di Chio, 2007), the protagonist´s heroic forge (Vogler, 2002), and the acknowledgement according to *Poética* (Aristóteles, 2013); in the second block it analyzes the characters attending to the perspectives of *Las etapas de la vida* (Guardini, 2015), and to the criterion of Fromm (2015)

The investigation confirms the viability of the tragic interpretation of science through the filmic text.

Keywords

Cinema, science, tragedy, hero, Interstellar, audiovisual analysis.

Introducción

Ciencia, cine, ciencia ficción

Para Coles "la ciencia no se ocupa ni de «verdades» ni de «errores», sino de descripciones de la realidad susceptibles de ser «útiles» o «no útiles»." (Coles, 2004, p. 79). Alves (2012) señaló que el cine ha progresado tecnológicamente, y gracias a ello goza de mayor libertad de cara a su difusión (121). Esto lo hace obviamente más útil, pues el ciudadano tiene acceso rápido al amplio conocimiento. A modo de ejemplo, Hawking (2015) dijo que ahora miles de personas están familiarizadas con la Teoría General de la Relatividad, mientras que antaño comprender los avances y descubrimientos estaba sólo al alcance de unos pocos (p. 137). El cine divulga pensamiento, rompe fronteras del saber, contradiciendo en cierta medida esa visión cerrada y apartada que expuso Ortega y Gasset (2014) sobre los científicos y especialistas, aquellos que dominaban un campo y a la vez ignoraban otros muchos (p. 176). El cine diluye fronteras entre diferentes disciplinas científicas, es más, en los laboratorios también juega su papel: Según Wellmann (2011), el cine se utiliza para ilustrar procesos biológicos, siendo no sólo testigo del asunto, sino también parte del proceso. Cita a Landecker, quien reafirma a los principales teóricos de los primeros tiempos del cine, defensores del uso del cine científico como "una forma de entender las características y posibilidades del cine en general". (Landecker, 2005, p. 936)[xvii]

Del laboratorio pasamos al ámbito de la salud y la enseñanza: siguiendo a Collado-Vázquez y Carrillo (2015), desde sus inicios, el cine ha sido utilizado para la formación de médicos, siendo los neurólogos unos de los primeros especialistas en usarlo como método didáctico, especialmente para tratar los trastornos del movimiento (p. 231). Grilli Silva (2015), citando a Porcher (1976), alude a los medios de comunicación como una escuela paralela importante. Explora la utilidad del cine en la enseñanza de la ciencia utilizando el cine de ciencia ficción con estudiantes de docencia en Biología, y cuando éstos a su vez aplican esa metodología con adolescentes, se genera "un clima muy propicio para el aprendizaje pues el adolescente ve la ciencia como esclarecedora de lo que puede ser posible o factible, reconociendo así aquello que es imposible o altamente improbable." (Grilli Silva, 2015, p. 144).

El uso del cine para fines didácticos es coherente y eficaz, aunque conviene tener presentes ciertos parámetros de las películas, como los propuestos por García Borrás (2009): disponibilidad, calidad cinematográfica, e interés que despierta. Todo ello siempre que la película se relacione con la materia de estudio y teniendo en cuenta la situación del alumno frente a la materia.

En términos de género cinematográfico, Petit y Solbes (2016) remarcan la ciencia ficción como una base desde la que educar a alumnos de secundaria en lo científico, pese a la imagen preponderantemente catastrofista del futuro que ofrece la muestra de películas que analizan, así como a la deformación de la imagen que se ofrece de los científicos, entre otros.

La ciencia ficción permite reflexionar acerca de preguntas existenciales que todo individuo puede plantearse; como dice Koh (2016)[xviii], las "películas espaciales" permiten tratar temas metafísicos y religiosos, lo cual nos anima a concebir la ciencia ficción no sólo como entretenimiento, también como pensamiento. El desarrollo científico es la excusa perfecta para contar algo épico situando la historia en espectaculares parajes donde el bien y el mal luchan entre sí. En efecto, el espectáculo es un envoltorio estético (no menos importante) para tratar cuestiones más profundas sobre el ser humano. No importa que el género se tome "licencias" en lo referente a las leyes de la física; el hecho de que todavía tengamos horizontes científicos por explorar otorga libertad a los creadores para hacer películas que apelan a nuestro lado más fantasioso, aventurero, y trágico.

Tragedia y ciencia

Según Scodel (2014), la tragedia arranca en el s. VI a.C. representándose en los festivales atenienses dedicados a Dioniso. Contaba con gran cantidad de recursos al ser un espacio común para los ciudadanos, además de una fuente educativa y promocional de la Ciudad-Estado. Trataba temas universales reconocibles por todos: venganza, vulnerabilidad, las consecuencias de nuestras decisiones… Todos extendidos hasta nuestros días, siendo perceptibles en numerosas ficciones literarias y cinematográficas.

Aristóteles define la tragedia como "*la imitación de una acción seria y completa, de una extensión considerable, de un lenguaje sazonado, empleando cada tipo, por separado, en sus diferentes partes, y en la que tiene lugar la acción y no el relato, y que por medio de la compasión y del miedo logra la catarsis de tales padecimientos.* (Aristóteles, 2013, p. 47). Es coherente que el autor diga que es una acción seria, ya que, como puntualiza Scodel (2014), la tragedia estaba cercada por normas, como no incluir palabras obscenas, o evitar hacer sátira (p. 32). Suponía un medio de autocontemplación para el público, y atendiendo a Iriarte (1996), en esa joven democracia los principios normativos políticos y religiosos eran puestos en tela de juicio con el fin de restablecer su triunfo al final de la representación (p. 7). Para Nietzsche (1998) lo dionisíaco aunaba las fuerzas desatadas de la naturaleza en el hombre, mientras que la contención estética se daba en lo apolíneo. Según el filósofo, entre esos dos anclajes estaba el hombre griego, que tanto necesitaba desarrollar su arte de uno u otro modo. En suma, la tragedia era un poderoso mecanismo de expresión y de legitimación de la realidad.

Atendiendo a las dimensiones narrativas de la tragedia, para Aristóteles (2013) la tragedia constaba de seis partes: argumento, caracteres, elocución, manera de pensar, espectáculo y composición musical. De entre todos ellos, para el estagirita el más importante es el argumento, "*pues la tragedia es imitación no de personas, sino de acción y de vida, y la felicidad y la infelicidad están en la acción, y el objetivo es un tipo de acción, no la calidad*." (Aristóteles, 2013, p. 49). Es más, afirma que de las acciones dependerán los personajes, pues sin acción no habrá tragedia. Distingue el argumento complejo del simple (de "acción simple") en que éste último, en el cambio de fortuna, no presenta pericia y/o reconocimiento. La "acción compleja", presentará necesariamente pericia o reconocimiento, o ambas. La peripecia es el cambio de sentido en la acción, el reconocimiento un cambio de la ignorancia al conocimiento, y la tercera parte del argumento es el padecimiento, una "*acción destructora o dolorosa*" (Aristóteles, 2013, p. 60).

El padecimiento es, a nuestro juicio, un importante signo distintivo de la tragedia. El sufrimiento del héroe es lo que le hace trascender para bien o para mal en su universo. Unamuno (2011) decía que el dolor es el medio por el que nos hacemos conscientes de nuestras limitaciones, siendo la tragedia aquello que deriva en las contradicciones en las que vivimos, en la lucha de nuestra vida. A tal efecto destaca el autor la tragedia mítica del paraíso, en la que Adán y Eva comieron el fruto del árbol de la ciencia del bien y del mal, razón por la cual fueron expulsados del paraíso, arrancando ahí el sufrimiento para el hombre, el progreso. En esa línea destacamos a Graves (2015) cuando explica el castigo de Prometeo por poner entregar el fuego a los mortales, así como cuando cuenta que Pandora abrió el famoso tarro que liberó los males de este mundo. De todo esto se deriva la tragedia de la ciencia. La curiosidad por el saber ha permitido al hombre dominar el planeta, pero del progreso se desprenden también males y penurias. Es una lección de vida presente especialmente en el proceso de cambio hacia la vida adulta, pues como dijo Guardini (2015), el joven, mientras madura, se da cuenta de lo idealista que era y de lo difícil que es el mundo en realidad.

Vemos así cómo en diversos autores se vislumbran congruencias de lo trágico en términos narrativos, mitológicos y filosóficos. La tragedia se resume aquí en el sufrimiento terrenal, en la dolorosa verdad revelada que el ser humano tanto necesita para afrontar su destino. Ese sufrimiento es algo palpable en *Interstellar* (Nolan, 2014).

Inciso sobre el amor

Interstellar habla en gran medida del amor[xix], tema recurrente dentro de la tragedia que desata las pasiones *dionisíacas* que conforman no sólo las ficciones representadas, sino también el ánimo heroico. El amor a la ciencia no es muy distinto, pues, sin una ilusión, sin

una esperanza inicial, la civilización no habría llegado a ser como es. En sentido religioso, la esperanza no es ajena al dolor, pues ambos conceptos existen en el sacrificio. La Biblia nos proporciona el ejemplo de Jesús, quien por amor a la humanidad murió para luego resucitar. A este respecto subrayaremos que "*el amor verdadero se prueba no sólo cuando linda con el sufrimiento, sino cuando las experiencias dolorosas están insertadas en la entrega generosa, cuando la entrega cuesta (…)*" (Rosas Jiménez, 2015, p. 78), es decir, el acto de amar no está exento de dolor, "q*uerer es esencialmente sufrir, y como vivir es querer, toda vida es por esencia dolor.*" (Schopenhauer, 2009, p. 139).

Pero en el amor además del dolor encontramos, apuntando a Fromm (2016), la esperanza de la unión con el otro, de superar el aislamiento preservando la integridad individual, de acceder a la esencia del otro, *«el secreto del hombre»*. (Fromm, 2016, p. 47). Observamos que el amor es también una forma de conocimiento humano, que subraya esa dimensión afectiva del hombre que reafirmaba Unamuno (2011) frente a la racional, pues la ciencia, para él, aborda únicamente cosas prácticas hacia una finalidad útil. El amor se postula, por tanto, como un componente trágico de la vida en tanto que descubre cosas de uno mismo y de los demás, que no siempre van desprovistas de dolor.

Hipótesis, objetivo y metodología

Hipótesis

La ficción cinematográfica hace perceptible el hecho de que la ciencia contiene componentes trágicos como consecuencia de los obstáculos que suponen la lucha por el conocimiento y el progreso de la civilización.

Objetivo

Nuestro objetivo es analizar un texto fílmico cuyo desarrollo incluye el valioso aporte de la ciencia, con el fin de extraer el componente trágico de su historia y sus personajes. De esta manera podremos determinar si la ciencia, vista a través de la ficción cinematográfica, alude a la tragedia. Para ello la película analizada será *Interstellar* (Nolan, 2014).

Metodología

Estudio de caso realizado sobre la película *Interstellar* (Nolan, 2014), realizada en la presente década, y cuya temática es trascendente para el estudio de la implicación del hombre en el devenir científico y en su perpetuación como especia. Una vez visionada, se procederá a su análisis narrativo:

a) Sobre la historia: dividiremos cronológicamente la historia en cinco tramos. Dentro de cada tramo seleccionaremos entre uno y tres fragmentos representativos, y sobre cada uno se examinará por un lado la puesta en escena según Casetti y Di Chio (2007), señalando los *informantes* (descripciones, elementos literales), *indicios* (lo oculto, implícito)[xx], *temas* (definen el núcleo principal de la trama), *motivos* (unidades de contenido repetitivas que refuerzan la trama); y por otro, la posible correspondencia con un punto de la forja heroica de Vogler (2002). Señalaremos después la existencia o no del reconocimiento aristotélico, así como el tipo de reconocimiento (por señales, hechos por el poeta, por recuerdo, por razonamiento, y el que resulta de los hechos mismos) atendiendo a *Poética* (2013).

b) Sobre los personajes: en función de su etapa de la vida según Guardini (2015), y sus relaciones afectivas entre sí atendiendo a Fromm (2016). Los personajes a analizar en este apartado son: Cooper, Murph, Amelia, Profesor Brand, y Dr. Mann.

Análisis

Análisis sobre la historia

Tramo 1: Vida en la granja y despedida de Murph

En un futuro indeterminado, Cooper vive con su familia en la granja que él mismo gestiona. Es un padre atento con sus hijos, Tom y Murphy (Murph), y se lleva bien con su suegro. Debido a la escasez de recursos, la economía se destina a la agricultura y ya no hay ejército. En el cuarto de Murph caen libros de las estanterías sin motivo aparente, y es en ese lugar donde una extraña irrupción gravitatoria genera unas coordenadas que conducen a Cooper y a Murph a la base secreta de la NASA. Ahí, Cooper es informado de las misiones que se desarrollan con el fin de colonizar planetas situados en otra galaxia, y acepta ser el piloto de la misión *Endurance*.

Fragmento 1: Reunión en el colegio

Cooper se reúne con el director y la profesora de Tom y Murph. Tom será granjero, y Murph deberá renunciar a decir que el hombre llegó a la Luna.

Puesta en escena:

Informantes: los docentes están en contra de la ciencia tal y como la entiende Cooper. Ello saca el enfado del protagonista, pues por un lado piden granjeros incultos, y por otro afirman que la carrera espacial no sirvió para nada, cuando una

máquina procedente de esa etapa podría haber detectado la enfermedad de su mujer a tiempo.

Indicios: no es la primera vez que Cooper y el director se reúnen.

Temas: sistema educativo, supervivencia.

Motivos: inteligencia de Murph, hijos.

Forja heroica de Vogler (2002): observamos aquí la primera etapa, "El mundo ordinario" del héroe (Cooper). Resulta obvio debido a que mediante esa conversación conocemos cómo se organiza la sociedad. No se detecta reconocimiento.

Fragmento 2: descubrimiento de la NASA

Cooper y Murph descubren unas marcas de polvo en el suelo, que resultan ser las coordenadas de la NASA. Finaliza cuando el profesor Brand convence a Cooper de pilotar la expedición *Endurance*, que llevará a un equipo de científicos a cruzar gujero de gusano que conecta a otros mundos. Visitarán planetas habitables en los que ya hay científicos enviados y que han solicitado su rescate tras encontrarlos viables para el hombre. El profesor Brand resolverá mientras tanto la fórmula que permita controlar la gravedad.

Puesta en escena:

Informantes: las marcas de polvo en el suelo son coordenadas; Murph forma equipo con su padre para encontrar la localización; los científicos de la NASA, al principio amenazantes, se resuelven como compañeros del bando del protagonista; la NASA es un lugar oculto y oscuro que resulta ser la esperanza de la humanidad.

Indicios: alguien intenta ayudar al ser humano a no desaparecer; ese alguien "elige" a Cooper.

Temas: supervivencia, amor padre-hija, viaje, reencuentro.

Motivos: cuarto de Murph, inteligencia de Murph, fantasma.

Forja heroica de Vogler (2002): el fragmento coincide con la "Llamada a la aventura", "El rechazo de la llamada", y "El encuentro con el mentor", pues el profesor Brand (el heraldo), pide a Cooper ser el piloto de la misión. Éste se niega en un primer momento aludiendo a sus hijos, razón que Brand aprovecha para incitarle pilotar la nave, pues así los salvará. El Profesor Brand es el más sabio y el

que incita a la aventura, por lo que en este fragmento se dan simultáneamente esas tres etapas heroicas. No se detecta reconocimiento.

Fragmento 3: Despedida de Murph

Cooper entra en el cuarto de su hija para reconciliarse y despedirse antes de partir en la misión *Endurance*, pero ésta insiste en que, en código Morse, los libros que caen de la estantería conforman la palabra que ha escrito en su cuaderno: "quédate". Sin atenderle, Cooper le entrega un reloj con el fin de compararlos una vez vuelva del viaje según la diferencia de tiempo transcurridos para cada uno. Al no saber cuándo volverá, Murph se enfurece. Cooper le dice que la quiere, y promete volver.

Puesta en escena:

Informantes: Murph no quiere dialogar sobre la marcha de su padre. Es reacia a ello, de modo que Cooper no puede convencerla de que hace lo correcto.

Indicios: Cooper y Murph seguirán de algún modo conectados entre sí a través del reloj.

Temas: amor padre-hija, tiempo, sacrificio, reencuentro.

Motivos: reloj, cuarto de Murph, cuaderno, fantasma.

Forja heroica de Vogler (2002): el fragmento entra dentro de la quinta etapa, "La travesía del primer umbral", ya que Cooper supera este obstáculo afectivo que supone dejar atrás a sus hijos para afrontar la tarea que le han encomendado. Se adentra así en otro mundo, distinto a todo cuanto conoce. No se detecta reconocimiento.

Segundo tramo: Planeta de Miller y confesión

Tras marcharse, la *Endurance* llega a Saturno, en cuyas inmediaciones se encuentra en agujero de gusano que transporta a la tripulación a otra galaxia. Tras cotejar la situación, el equipo acuerda visitar en planeta del Dr. Miller, donde se topan con olas gigantes que se cobran la vida del tripulante Doyle, y que de hecho ya se ha cobrado la del Dr. Miller. A la vuelta, han transcurrido 23 años, 4 meses y 8 días. Cooper chequea años de mensajes, en los que observa, entre lágrimas, el devenir de su familia. La tripulación de la *Endurance* acuerda, tras discutirlo, viajar a continuación al planeta del Dr. Miller, mientras Murph descubre que el profesor Brand mentía sobre el plan de la misión.

Fragmento 1: Cooper visiona años de mensajes

Cooper llora el tiempo transcurrido en el planeta de Miller mientras observa cómo Tom ha crecido, se ha casado, ha perdido un hijo, y ahora tiene otro. Murph tiene la edad de Cooper cuando éste se marchó.

Puesta en escena:

Informantes: Cooper observa cómo han crecido sus hijos.

Indicios: Cooper podría no volver a casa.

Temas: amor padre-hija, tiempo, muerte.

Motivo: hijos.

Forja heroica de Vogler (2002): el fragmento entra dentro de la sexta etapa, "Las pruebas, los aliados, los enemigos", pues Cooper sufre aquí los estragos del tiempo, que juega en su contra. No se detecta reconocimiento.

Fragmento 2: La *Endurance* decide ir al planeta del Dr. Mann

Amelia Brand quiere acudir al planeta del Dr. Edmunds, pero Cooper pone en tela de juicio que ella desee ese destino por motivos amorosos. Amelia expone que el amor es lo único que puede trascender dimensiones, pero no convence a sus compañeros y finalmente se decreta ir al del Dr. Mann.

Puesta en escena:

Informantes: Amelia quiere ir al planeta de Edmunds, puesto que está enamorada de él. Cooper opta por ser objetivo y práctico.

Indicios: Cooper y Amelia no coinciden en sus decisiones.

Temas: amor, tiempo.

Motivo: rescate.

Forja heroica de Vogler (2002): seguimos en la sexta etapa, "Las pruebas, los aliados, los enemigos". Cooper lidia con sus compañeros, discutiendo con Amelia y perfilando si es amiga o no. No se detecta reconocimiento.

Fragmento 3: El profesor Brand confiesa la verdad a Murph

En su lecho de muerte, el profesor Brand confiesa a Murph que nunca hubo esperanza para la Endurance. Mintió a todos para salvan a la humanidad mediante el "plan B", esto es, utilizar el material genético del que disponen para engendrar seres humanos en otros planetas.

Puesta en escena:

Informantes: el profesor Brand está arrepentido por haber mentido a la expedición. Murph se pregunta si su padre conoce esa verdad.

Indicios: Cooper miente.

Temas: tiempo, arrepentimiento, supervivencia, amor padre-hija, traición, muerte.

Motivos: mentira, inteligencia de Murph.

Forja heroica de Vogler (2002): no se da el caso. No se detecta reconocimiento.

Tercer tramo: El planeta del Dr. Mann

La *Endurance* despierta al Dr. Mann, quien afirma que su planeta es idóneo para el ser humano, pese a lo frío y gris que es. Reciben un mensaje de Murph pidiendo explicaciones acerca de la verdad revelada por el profesor Brand antes de morir y que Mann confirma. Cooper decide volver a casa con la aprobación de los demás, pero el Dr. Mann les traiciona: intenta matar a Cooper reconociendo que miente sobre su planeta, y se fuga en el *Ranger* de la *Endurance* mientras Romilly muere intentando acceder a los datos que tenía Mann. Cooper y Amelia persiguen al traidor, que acopla el *Ranger* robado a la *Endurance* orbitando el planeta. Al hacerlo, Mann destruye accidentalmente el *Ranger* y con ello parte de la *Endurance*. Cooper logra acoplar manualmente su Ranger a la Endurance y logran estabilizar la nave, que ahora está siendo arrastrada hacia Gargantúa, el agujero negro que orbitan los planetas visitados.

Fragmento 1: Encuentro con el Dr. Mann

Cooper, Amelia y Romily aterrizan en el planeta del Dr. Mann, a quien despiertan de su hibernación. Tras hacerlo, reciben el mensaje de Murph pidiendo explicaciones sobre lo dicho por el profesor Brand. Mann confirma la terrible verdad.

Puesta en escena:

Informantes: El Dr. Mann se emociona al volver a ver caras humanas. Describe el planeta como habitable para el ser humano. Sabe que la misión es sólo de ida, y comprende las mentiras del profesor Brand.

Indicios: El Dr. Mann es un cínico.

Temas: supervivencia, reencuentro, traición.

Motivos: rescate, soledad, mentira, hijos.

Forja heroica de Vogler (2002): se corresponde con "La aproximación a la caverna más profunda", ya que Cooper accede a un nuevo mundo que traerá consigo nuevas verdades, en este caso la de Murph sobre la misión. Sin saberlo, Cooper se acerca a nuevos retos trascendentales. No se detecta reconocimiento.

Fragmento 2: Traición del Dr. Mann

Cooper camina con Mann buscando emplazamientos, quien aprovecha para intentar matar al primero y huir. Amelia rescata a Cooper, y Romilly muere intentando acceder a los datos de Mann. Cooper y Amelia persiguen a Mann, que fallece tras acoplar indebidamente el *Ranger* robado a la *Endurance*. Cooper logra acoplar el *Ranger* de Mann a la *Endurance*, y estabiliza la nave. Paralelamente, Murph intenta convencer a Tom de sacar a su familia de la granja por el bien de su salud, pero Tom se niega en rotundo. Vuelve más tarde habiendo prendido fuego a la granja para distraer a su hermano, y en su cuarto, abre una caja con sus cosas, de entre las cuales está el reloj de su padre.

Puesta en escena:

Informantes: Mann se descubre como farsante, ya que mintió sobre los datos del planeta para ser rescatado. Lucha con Cooper y rompe su escafandra para que se asfixie, y muere víctima de su huída. Cooper resuelve las situaciones difíciles gracias a su pericia como piloto.

Indicios: la misión ha fracasado.

Temas: supervivencia, traición, viaje, muerte.

Motivos: soledad, hijos, rescate, hermanos, reloj, cuarto de Murph.

Forja heroica de Vogler (2002): Cooper atraviesa las etapas de "La odisea (el calvario)", y "La recompensa": la primera por su enfrentamiento al Dr. Mann, ahora enemigo, y la consiguiente persecución y maniobra de acoplamiento a la *Endurance*

para no perecer; la segunda, porque logra vencer todas las adversidades, superponiéndose a la vida y salvando la misión. No se detecta reconocimiento.

Cuarto tramo: El agujero negro

Tras estabilizar la Endurance y sacarla de la órbita del planeta de Mann, la nave se ve arrastrada hacia Gargantúa, el agujero negro en torno al que orbita ese sistema planetario. Cooper pretende usar el tirón gravitatorio para impulsar la nave hacia el planeta del Dr. Edmunds, con lo cual suelta varios *Rangers*, incluyendo el suyo propio, para aliviar peso. Amelia prosigue sola su camino y Cooper entra en el agujero negro, que le transporta a otra dimensión en la que el cuarto de Murph aparece expuesto de forma repetida en tiempo y espacio. Ahí, Cooper, con la ayuda del robot TARS, hacen llegar a Murph los datos gravitatorios del agujero negro traduciéndolos en Morse y comunicándolos mediante el movimiento del segundero del reloj. Murph resuelve la ecuación gravitatoria, y la dimensión en la que Cooper se encuentra se desvanece, volviendo al otro lado del agujero de gusano, a nuestra galaxia.

Fragmento 1: Caída en el agujero negro

Cooper calcula la aproximación a Gargantúa para usar su gravedad e impulsar a la Endurance al planeta de Edmunds. Sin avisar, pacta con TARS, uno de los robots de a bordo, caer al agujero negro y dejar a Amelia proseguir la misión.

Puesta en escena:

Informantes: Cooper se sacrifica para que Amelia pueda culminar la misión yendo al planeta de Edmunds, de quien está enamorada. Cooper y TARS procurarán obtener datos útiles del interior del agujero negro.

Indicios: queda esperanza para la misión. Cooper siente algo por Amelia.

Temas: sacrificio, supervivencia, amor.

Motivos: agujero negro, robot.

Forja heroica de Vogler (2002): se corresponde con "El camino de regreso", pues, sin saberlo, Cooper inicia su vuelta a casa a través del agujero negro, precipitándose así a su último destino en referencia a la misión. No se detecta reconocimiento.

Fragmento 2: La quinta dimensión

Cooper cae por el agujero negro hasta llegar a un espacio pentadimensional en el que observa el cuarto de Murph en secuencias de tiempo sucesivas a lo largo de la vida de ésta. Cuando ve a Murph (niña) al otro lado de la estantería, Cooper intenta hacer que su yo del pasado se quede y no acuda a la misión de la NASA. Tras lamentarse, TARS contacta con él para decirle que dispone de los datos cuánticos del agujero negro.

Mientras, Murph (adulta), buscando pistas en su cuarto, se detiene en su cuaderno, percatándose ahí de que su padre era el fantasma que tiraba los libros que le transmitió el mensaje: "quédate" (stay). Cooper se da cuenta de que él está en esa dimensión para entregar esos datos a su hija, por lo que busca el lugar en el tiempo para especificar las coordenadas de la NASA a través del polvo en el cuarto, para después transmitir los datos cuánticos en Morse que TARS le entrega. Los envía a Murph a través del segundero del reloj que le regaló. Ésta observa el reloj, y reconoce a su padre en el segundero. Corre hacia su hermano, que llega de apagar el fuego, y lo abraza emocionada. Después, se suceden escenas en las que Murph desarrolla los datos del reloj, traduciéndolos a la teoría gravitatoria que necesitaba la humanidad.

El espacio pentadimensional se desvanece, y Cooper recorre el camino de vuelta por el agujero de gusano, apareciendo en las inmediaciones de Saturno.

Puesta en escena:

Informantes: Cooper se ve perdido en un primer momento, pero reacciona con fuerza cuando comprende su papel en ese lugar y en la historia. Murph experimenta algo similar en su cuarto hasta que entiende la verdad: su padre está ahí y va a salvarles.

Indicios: el ser humano trascenderá las cuatro dimensiones.

Temas: amor padre-hija, tiempo, supervivencia, arrepentimiento, reencuentro.

Motivos: reloj, cuarto de Murph, robot, cuaderno, inteligencia de Murph, fantasma, agujero negro.

Forja heroica de Vogler (2002): continúa en "El camino de regreso", pues Cooper va superando los obstáculos que se le presentan a lo largo de la vuelta a su mundo; vuelve a tener las fuerzas necesarias para seguir avanzando y terminar la misión que ahora sabe que porta. Detectamos un doble reconocimiento aristotélico por razonamiento: Cooper se percata de por qué está en esa dimensión, y Murph descubre que su padre era el fantasma de su cuarto.

Tramo final: Promesa cumplida

Cooper despierta en el hospital. Ha sido rescatado por *Rangers* cerca de Saturno. Se encuentra en la Estación Cooper, y Murph es ya una anciana. Ésta le insta, antes de morir, a seguir su camino en dirección del planeta de Edmunds, donde está Amelia completamente sola. Cooper prosigue así su camino.

Fragmento único: Reencuentro y partida

Cooper accede a una Murph moribunda. Charlan sobre lo vivido y la promesa cumplida. Tras despedirse de ella, se marcha en busca de Amelia Brand, que está sola en el planeta del Dr. Edmunds.

Puesta en escena:

Informantes: Cooper y Murph (anciana) comentan que él era el fantasma, aunque nadie creyó a Murph. La emoción del reencuentro es patente en el rostro de la anciana, que le anima a emprender un nuevo camino con Amelia Brand. Cooper ha cumplido su promesa de volver con su hija.

Indicios: Cooper ha cumplido su promesa y necesita otro destino personal.

Temas: amor padre-hija, reencuentro, tiempo, amor, muerte.

Motivos: reloj, fantasma, hijos, inteligencia de Murph.

Forja heroica de Vogler (2002): concuerda con las etapas de "Resurrección" y "El retorno con el elixir"; la primera por su despertar en el nuevo mundo que ha ayudado a crear, y la segunda, porque emprende una nueva vida con todo lo aprendido. Es patente en su nuevo destino: Amelia Brand. No se detecta reconocimiento.

3.1. Análisis general de personajes

- Cooper

Etapa de la vida según Guardini: "La persona que ha aprendido de la experiencia", ya que en todo momento atiende a sus responsabilidades y exigencias. Ejemplo de ello es su embarque en un viaje espacial con el fin de proteger el futuro de la humanidad, dejando a un lado la necesidad de estar con sus hijos. Su sacrificio por los demás es evidente también

en su decisión de lanzarse al agujero negro para que Amelia siga adelante. Resuelve problemas conforme se le presentan, atendiendo con firmeza a lo que la misión exige.

Relaciones afectivas según Fromm:

Con Murph, "Amor entre padres e hijos", pues guía a su hija en pensamiento y tareas a realizar. Ello se manifiesta en el equipo aventurero que forman al comienzo de la película, y muy especialmente, en cómo el padre transmite a su hija los datos cuánticos entre dimensiones. Con Amelia Brand detectamos "Amor fraternal" al comienzo, que poco a poco se convertirá en un incipiente "Amor erótico", en tanto que ambos se van conociendo y aceptando afectivamente, dejando entrever una clara atracción de Cooper hacia ella. Respecto al profesor Brand y al Dr. Mann siente "Amor fraternal", dado el respeto que muestra en un primer momento hacia ambos: asume la misión que le plantea el primero, y siente compasión por Mann cuando despierta llorando de su hibernación. Ese amor, no obstante, se desvanece en gran medida por la traición de ambos.

- Murph

Etapa de la vida según Guardini: Murph atraviesa las fases de "El joven", "La persona que ha aprendido de la experiencia", y "La persona senil": la primera se observa en la Murph niña, donde asistimos a su despertar personal, a su búsqueda de protagonismo en el mundo (intenta que su padre le obedezca y no salga del planeta); en la segunda, la Murph adulta asume las responsabilidades que sólo ella puede sostener (se hace cargo de la situación familiar de la granja y de la teoría gravitatoria junto a Cooper), y en la tercera, porque la Murph anciana muestra lo positivo de esa etapa, como la paciencia por haber aguantado viva hasta el momento de reencontrarse con su padre.

Relaciones afectivas según Fromm: con Cooper presenta el "Amor entre padres e hijos" por los motivos ya dados; con Amelia y el profesor Brand, "Amor fraternal", pues mantienen un trato correcto con la primera, y una más profunda con el profesor, dada la fragilidad de su salud.

- Amelia Brand

Etapa de la vida según Guardini: ocupa la etapa "La persona que ha aprendido de la experiencia", pues afronta responsablemente las tareas que desempeña en el viaje espacial. Asume las decisiones de sus compañeros, aunque vayan en su contra.

Relaciones afectivas según Fromm: con Cooper, Murph y Mann,"Amor fraternal", dada la cordialidad y respeto que les manifiesta, alcanzando más profundidad con Cooper, por

quien desarrolla gran confianza y amistad. Con el profesor Brand encontramos el "Amor entre padres e hijos", ya que se observa el interés con que sigue a su padre.

- Dr. Mann

Etapa de la vida según Guardini: "La crisis de la experiencia de los límites", ya que Mann no es capaz de afrontar la misión a realizar. Es por eso que cede a la cobardía y traiciona a sus rescatadores.

Relaciones afectivas según Fromm: al traicionar la naturaleza de su misión, no detectamos amor en su conducta.

- Profesor Brand

Etapa de la vida según Guardini: es "El hombre sabio", que lidera la NASA, "*capaz de distinguir entre lo importante y lo que no lo es, (...)*". (Guardini, 2015, p. 95). Pasa luego por "La entrada en la ancianidad", donde se le observa físicamente más débil, y finalmente, a "La persona senil", en la cual muere arrepentido.

Relaciones afectivas según Fromm: como hemos señalado, mantiene "Amor entre padres e hijos" con Amelia, y fraternal con Cooper y Murph.

Resultados

Análisis sobre la historia:

Los *informantes* e *indicios* describen en este caso las actitudes y expectativas de los personajes, profundizando más en las descripciones de los fragmentos seleccionados. Se detectan 11 *temas* a lo largo de los fragmentos analizados. Expondremos la cantidad de veces que aparece cada uno:

Sistema educativo: 1 (2,43%); Supervivencia: 7 (17,07%); Amor padre-hija: 6 (14,63%); Viaje: 2 (4,87%); Reencuentro: 5 (12,19%); Tiempo: 6 (14,63%); Sacrificio: 2 (4,87%); Muerte: 4 (9,75%); Amor: 3 (7,31%); Arrepentimiento: 2 (4,87%); Traición: 3 (7,31%).

Se detectan 12 *motivos* a lo largo de los fragmentos analizados. Expondremos la cantidad de veces que aparece cada uno:

Inteligencia de Murph: 5 (13,88%); Hijos: 5 (13,88%); Cuarto de Murph: 4 (11,11%); Fantasma: 4 (11,11%); Reloj: 4 (11,11%); Cuaderno: 2 (5,55%); Rescate: 3 (8,33%);

Mentira: 2 (5,55%); Soledad: 2 (5,55%); Hermanos: 1 (2,77%); Agujero negro: 2 (5,55%); Robot: 2 (5,55%).

La forja heroica de Vogler (2002) es aplicable al héroe analizado, Cooper. Las etapas del viaje del héroe encuentran lugar y justificación en las vivencias del protagonista en los fragmentos señalados. Únicamente no es aplicable en el fragmento 3 del tramo 2, ya que Cooper no está presente en él.

Detectamos un doble reconocimiento aristotélico de razonamiento en el fragmento 2 del cuarto tramo. Por un lado afecta a Murph, quien reconoce a su padre como el fantasma de la estantería; por otro, Cooper se reconoce a sí mismo como nexo entre los seres pentadimensionales y Murph.

Análisis de los personajes

Cooper, Amelia y el Dr. Mann responden a una única etapa de la vida según Guardini (2015), pero mientras los dos primeros responden con madurez a las exigencias de la vida (la persona que ha aprendido de la experiencia), el tercero sucumbe ante la presión (la crisis de la experiencia de los límites).

Murph y el Profesor Brand responden a tres etapas de la vida según Guardini (2015), pero mientras que Murph experimenta el proceso niña-adulta-anciana, el doctor vive tres fases enmarcadas dentro del tramo final de la vida. Murph, por tanto, presenta un recorrido más contrastado en razón de los cambios físicos y psicológicos que experimenta.

Respecto a las relaciones afectivas atendiendo a Fromm (2015), Cooper experimenta tres amores: uno referente a su hija, otro fraternal hacia todos, dentro de los cuales surge uno erótico hacia Amelia. Murph atiende al amor hacia su padre por un lado, y al fraternal hacia los demás por otro, al igual de Amelia y el Profesor Brand.

El Dr. Mann no ama a ninguno de los personajes con los que se relaciona, ya que le ha utiliza para salvarse.

Conclusiones

La ciencia es portadora de un componente trágico en su naturaleza, y ello es palpable en la forma en que aparece reflejada en *Interstellar*. La misión interestelar en busca de nuevos mundos pone a prueba al ser humano en toda su amplitud, pues Cooper debe sobreponerse al tiempo perdido, a la traición de mentes brillantes, a lugares de condiciones extremas, y a la posibilidad de no volver a ver a los suyos. La hipótesis de partida se confirma en este caso analizado, ya que el dolor, ese dolor por el progreso, ese

sufrimiento que destacamos a través de varios autores en apartados precedentes, muestra su presencia en la película.

En el análisis de la historia, tanto los *informantes* como los *indicios* nos indican que la historia se debate entre la muerte y la esperanza por un mundo mejor. Los *temas* que se repiten por encima del 10% son susceptibles de ser interpretados desde la tragedia, pues la *supervivencia* implica que unos vivan y otros perezcan, el *amor padre-hija* habla de un vínculo roto por el *tiempo*, un vínculo que romperá ese alejamiento en un *reencuentro*.

Los *motivos* ofrecen una lectura similar en los repetidos por encima del 10%. Según su papel en la trama: la *inteligencia de Murph* es evidente a todos, pero ella no imagina lo que Cooper sufrirá para que ella termine la misión; los *hijos* son lo más querido para Cooper y a la vez lo más alejado de él; en el *cuarto de Murph* el progreso científico se materializa interdimensionalmente a través de un *reloj* que une a dos personas separadas por una distancia colosal.

Los demás temas y motivos son también susceptibles de ser interpretados de este modo, así como el camino del héroe de Vogler (2002), mediante el cual observamos los obstáculos a los que el héroe se enfrenta para llevar a cabo su misión.

El reconocimiento aristotélico aparece en un momento clave de la historia, donde la inteligencia y el amor deben conjugarse para salir adelante. Es por eso que es un reconocimiento motivado por el razonamiento: Murph comprende lo que debe hacer tras descubrir a su padre a través del cuaderno y del reloj, y a la vez su padre entiende que su hija es la clave para salvar a la humanidad. Padre e hija logran comunicarse inteligentemente entre sí mediante el amor, mediante el deseo por estar juntos.

Las etapas de Guardini (2015) también ofrecen presencia trágica: *el joven* (Murph) no encuentra el lugar que desea; *la persona que ha aprendido de la experiencia* (Cooper, Amelia, Murph) tiene que resignarse y aceptar el mundo como es, algo difícil de lograr en *la crisis de la experiencia de los límites* (Mann), que sucumbe a la presión; *el sabio* (Profesor Brand) decide la importancia de las cosas, lo cual resta protagonismo a otros asuntos; *la entrada en la ancianidad* (Profesor Brand) anuncia decadencia; y la *persona senil* (Profesor Brand, Murph) está abocada irremediablemente a la muerte.

El amor tampoco está exento de tragedia, si bien es positivo y esperanzador, también está aquí atado al desengaño y la distancia. En todo caso, el amor resulta como aquello capaz de trascender entre dimensiones, de crear equipo en pos de un bien común, y en última instancia, de salvar a la humanidad gracias al vínculo entre un padre y su hija. El amor, ya sea fraternal, erótico, o entre padres e hijos, une a las personas para lograr sus propósitos.

La tragedia, por tanto, está presente en el progreso científico visible en la película, tanto en la historia, como en sus personajes. Lo trágico nos recuerda la necesidad de ser humildes y conscientes y, como lo hiciera en la antigua Grecia, nos muestra la esencia de nuestra humanidad. Como dice Scodel (2014), es posible aprender de la tragedia.

Referencias

Alves, P. (2012). Por la democratización del cine: una perspectiva histórica sobre el cine digital. *Revista Icono14* [en línea] 20 de Enero de 2012, Año 10, Vol. 1, pp. 120-134. Recuperado el 30/09/2012 de http://www.icono14.net

Aristóteles. (2013). *Poética*. Madrid: Alianza editorial.

Barthes, R. (1966). Introduction, en AA.VV., *L'analyse structurale du récit*, "Communications, 8.

Casetti, F.; Di Chio, F. (2007). *Cómo analizar un film*. Madrid: Paidós.

Chin-Yi, C. (2016). Love as the element that transcends space and time in Interstellar. *International Journal of Research*, 3(9), 637-639.

Coles, P. (2004). *Einstein y el nacimiento de la gran ciencia*. Barcelona: Gedisa.

Collado-Vázquez S, Carrillo JM. (2015). Cine y neurología: primeras aplicaciones docentes. *Revista de Neurología*, 60, 229-34.

Fromm, E. (2015). *El arte de amar*. Barcelona: Paidós.

García Borrás, F. J. (2008). Bienvenido Míster cine a la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 6 (1), 79-91.*

Graves, R. (2015). *Héroes y dioses de la antigua Grecia explicados a los jóvenes*. Barcelona: Austral.

Grilli Silva, J. (2016). Cine de ciencia ficción y enseñanza de las ciencias. Dos escuelas paralelas que deben encontrarse en las aulas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13 (1), 137-148. Recuperado de: http://hdl.handle.net/10498/10498/18019

Guardini, R. (2015). *Las etapas de la vida*. Madrid: Palabra.

Hawking, S.W. (2015). *La teoría del todo. El origen y el destino del universo*. Barcelona: Debolsillo.

Iriarte, A. (1996). *Democracia y tragedia en la era de Pericles*. Madrid: Akal.

Koh, J. (2016). A Fantasy in Sci-Fi's Clothing: Interstellar and the Liberation of Magic from Genre. *Re:Search*, 3(1), 39-55.

Landecker, H. (2005). "Cellular Features: Microcinematography and Film Theory." *Critical Inquiry* 31(4), 903–937.

Nietzsche, F. (2011). *El nacimiento de la tragedia*. Madrid: Edaf.

Ortega y Gasset, J. (2014). *La rebelión de las masas y otros ensayos*. Madrid: Alianza Editorial.

Petit, M.F. y Solbes, J. (2016). El cine de ciencia ficción en las clases de ciencias de enseñanza secundaria (II). Análisis de películas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13 (1), 176-191. Recuperado de: http://hdl.handle.net/10498/18022

Porcher L. (1976). *La escuela paralela*. Buenos Aires. Editorial Kapelusz.

Rosas Jiménez, C. A. (2015). Juan Pablo II: portador de esperanza ante el dolor y el sufrimiento. *Revista Perseitas*, 3 (1), pp. 66-82.

Schopenhauer, A. (2009). *El amor, las mujeres y la muerte y otros ensayos*. Madrid: Edaf.

Scodel, R. (2014). *La tragedia griega. Una introducción*. México: Fondo de Cultura Económica.

Unamuno, M. (2011). *Del sentimiento trágico de la vida*. Barcelona: Austral.

Vogler, C. (2002). *El viaje del escritor*. Barcelona: Robinbook.

Wellmann, J. (2011). Science and cinema. *Science in Context*, 24(3), 311–328. doi:10.1017/S0269889711000135.

Avances científicos y tecnológicos en la consolidación del cine como medio de expresión.

Ernesto Taborda-Hernández

Doctor en Comunicación Audiovisual. Investigador Independiente

Resumen

Desde su creación hasta su temprana consolidación el cine ha estado acompañado de una series de inventos y avances científicos que han permitido su desarrollo narrativo y consolidación como medio de expresión complejo por su doble carácter a mitad de camino entre el entretenimiento de feria y el arte más puro y expresivo. En este sentido la ciencia al servicio del hombre ha contribuido a que el cine fuera posible, desde los primeros acercamientos a la imagen hasta el perfeccionamiento del cinematógrafo y todos los instrumentos que surgen a partir de este.

Los inventos, avances científicos y mejoras han sido constantes a lo largo del SXVIII hasta nuestro días. Pensar que gracias a estos avances fue posible la formación de una industria, más de 20 oficios y profesiones y un medio de expresión artístico que funciona de igual manera en las salas comerciales como en las aulas universitarias.

No resulta extraño pensar en esos momentos importantes de la historia del cine que fueron posible gracias a esos puntuales avances científicos (inventos, mejoras y actualizaciones) que ha abierto el camino para que la expresión artística que es posible en el cine tome un rumbo desmedido y progresivo desde su creación hasta la actualidad.

Palabras Claves

Cine, Ciencia, Avances tecnológicos, Narrativa, Expresión

Abstract

From its creation to its early consolidation the cinema has been accompanied by a series of inventions and scientific advances that have allowed its narrative development and consolidation as a complex medium of expression for its double character halfway between the entertainment of the fair and the art More pure and expressive. In this sense,

science at the service of man has contributed to make cinema possible, from the first approaches to the image to the perfection of cinematography and all the instruments that emerge from it.

The inventions, scientific advances and improvements have been constant throughout the SXVIII until our days. To think that thanks to these advances was possible the formation of an industry, innumerable trades and professions and a means of artistic expression that works in the same way in the commercial rooms as in the university classrooms.

It is not surprising to think of those important moments in the history of cinema that were made possible by these specific scientific advances (inventions, improvements and updates) that have paved the way for the artistic expression that is possible in the cinema to take an excessive direction and From its creation to the present.

Keyword

Cinema, Science, Technological advances, Narrative, Expression

Introducción

La aparición del cine fue un proceso largo donde una serie de pequeños inventos y avances científicos hicieron posible la síntesis teórica-científica-tecnológica para que se pudiera construir el primer cinematógrafo idóneo para su comercialización. Hicieron falta muchos pequeños avances hasta que en los últimos veinte años del S.XIX se juntaran e hicieron posible las primeras proyecciones. Fueron años de procesos vertiginosos y de luchas y disputas por patentes y marcas. Una vez se difundió comenzó una guerra al mejor postor por quién iba a pasar a la historia como el gran innovador de este nuevo medio, aunque al principio muchos no apostaran nada por él.

Cuando se afianzó el cinematógrafo y se comenzó un primer esbozo de industria hacía falta que el cine aprendiera a hablar y a expresarse, para eso era necesaria una progresión tecnológica amparada en los avances científicos que aportaron herramientas técnicas que facilitaron la búsqueda formal de maneras de mostrar, contar y expresar. Al principio se pensaba que el cine era una ventana donde mostrar el mundo, no se le atribuía otra cualidad; para narrar y expresar estaba el teatro. Poco a poco fueron descubriendo que podía contar-narrar historias adaptando la dramaturgia propia del teatro a las imágenes en movimiento y con el tiempo descubrieron que podía expresar, que estaba destinado a ser el medio de expresión más complejo que conjugaba la imagen técnica (cada vez más precisa y depurada) y todo el universo de la expresión artística en todas su connotaciones; y por si fuera poco podía ser un gran negocio.

El cine tuvo la particularidad de nacer como arte primitivo y moderno a un mismo tiempo y de no alcanzar su clasicismo sino mucho más tarde Ishaghpour (1986), así esta serie de avances científicos se fueron alargando en el tiempo -los primeros 30 años sobre todo- hasta conseguir las herramientas necesarias para que la expresión se presentara como seña de identidad. Las mejoras tecnológicas no han cesado y no lo harán, aunque a partir de los años 70 aproximadamente el cine comienza a hablar de si mismo y las mejoras que han podido aportar los avances científicos no han sido tan notorias como en sus inicios.

La relación que se establece entre ***avances científicos y tecnológicos*** con ***hallazgos formales*** tuvo su mayor impacto en esos primeros 70 años después de sonadas revoluciones formales. A día de hoy el cambio del soporte celuloide al digital ha causado gran revuelo pero nada comparable a las dimensiones de épocas anteriores ya que los hallazgos formales han sido mínimos en relación y comparación.

Podemos establecer una relación más clara que nos sirva de referencia para entender esta reflexión, avances científicos-hallazgos formales, que se está planteando. El cine nació de la vanguardia, fue primero moderno para después ser clásico –Hollywood- para luego, gracias a transformaciones formales, ser moderno de nuevo. Mientras el cine clásico era tradicional, el cine moderno es individual. Mientras el cine clásico estaba constituido por un sistema de convenciones que a su vez constituyen la tradición cinematográfica, el cine moderno está formado por las aportaciones de artistas individuales que ofrecen elementos específicos derivados de su visión personal de las posibilidades expresivas del lenguaje cinematográfico. (Zavala, L. 2005)

A partir de estos inventos surgieron una serie de películas que reflejaban la progresión científica a manera de hallazgos formales que fueron contribuyendo al desarrollo como medio de expresión, como arte y como entretenimiento. Hay una serie de momentos históricos relacionados con algunas películas que nos permiten identificar la envergadura y el proceso frenético que ocurrió en esa época hasta que el cine se convirtió en un leguaje y la narrativa comenzó a enriquecer el quehacer cinematográfico con cada película innovadora a nivel de lenguaje, gracias a la nueva tecnología que lo hacia posible. Estos aportes tecnológicos siguen a día de hoy, aunque de otra magnitud y trascendencia. Lo más interesante y revelador es como la ciencia ha contribuido en el desarrollo del ser humano no solo como persona haciendo la vida más fácil y grata, sino en la formación de herramientas de expresión artísticas y comunicacionales que no hubieran sido posibles sin la ciencia.

Objetivos

Analizar la historia del cine y los avances científicos y tecnológicos que han ayudado a la formación de un lenguaje y medio de expresión artística como el cine.

Determinar la relación estrecha que existe entre los avances científicos en el cine y las películas que los representan, que contribuyeron a conformar la narrativa audiovisual como ciencia.

Metodología

La metodología elegida consiste en un análisis bibliográfico de la historia del cine mundial, el pre-cinema y los diversos avances tecnológicos de mitad del S.XIX, S.XX y S.XXI, acompañado de un análisis documental de la películas representativas así como también un análisis narrativo para determinar la relación entre narrativa y ciencia, es decir, cine y avances científicos.

1. Inventos y cine. Primeros pasos en la búsqueda de un lenguaje

París, Francia. 28 de Diciembre de 1895. Boulevard de les Capuccines, Gran Café; los hermanos Lumière, jóvenes emprendedores hijos de un fotógrafo presentan su invento que bautizaron *el cinematógrafo*. Era una cámara/proyector y en el se podía impresionar imágenes en movimiento para luego presentarlas al público en una sala. El lugar estaba lleno de curiosos y de gente del medio artístico interesados en este hallazgo, entre el público un joven artista se interesaba por el novedoso aparato, se llamaba George Mélies quien sería uno de los primeros directores en ayudar con su trabajo a que el cine creciera.

Poca gente sabía que detrás de esta presentación había una pequeña guerra de patentes y artefactos previos, así como la creación y consolidación de otro arte hermanada al cine como fue y es la fotografía. En 1816 Joseph Nicéphore Niépce gracias a sus estudios sobre la cámara oscura y su unión con Louis Daguerre crean y patentan el primer aparato para tomar fotografía llamado Daguerrotipo en 1839. Años antes, en 1824, Peter Marck Roget presenta su tesis sobre la persistencia retiniana en la *Royal Society of Science* de Londres. En 1834 William George Horner crea una máquina estroboscópica llamada zootropo. En 1873 Edgar J. Muybridge publica un estudio para fotografiar los movimientos de un caballo al galope. Un año más tarde, Jules Janssen inventa el revolver fotográfico capaz de tomar 12 exposiciones en 1 segundo. Esto sirvió para que Étienne-Jules Marey en 1882 perfeccionara la escopeta fotográfica. (Calero, J. 2005). En 1888 George Eastman patenta la película fotográfica en rollo de 35mm y al año siguiente Thomas Alba Edison la comienza a comercializar después de no poder patentarla, lo que si hace es patentar las perforaciones

típicas que permiten el arrastre. Y por último en 1891, la empresa dirigida por Edison hace la presentación del Kinetoscopio desarrollado por William Kennedy Laurie Dickson precursor del proyector moderno. Todos estos inventos hicieron posible que los Lumière hicieran el cinematógrafo, maquina bastante completa para la época. A partir de este momento el cine empieza a crecer en la búsqueda de un lenguaje y al mismo tiempo una serie de avances tecnológicos hacen posible la creación de una manera de hablar propia y de un medio de expresión único en los últimos siglos.

Al principio había una guerra de tecnologías y sistemas que poco a poco se fueron imponiendo los mejores desarrollados. Una de las primeras contiendas fue el sistema de arrastre de la película que terminaron ganado los Lumière. Luego se descubrió que la persistencia retiniana era una teoría errónea como afirmaron un grupo de psicólogos Alemanes, entre ellos Max Wertheimer el fundador de la Gestalt, con un experimento muy sencillo que desmentía la teoría de Roget que llamaron el fenómeno Phi.(Talens & Zunzunegui. 2008).

Un año después Charles Pathé director, productor y empresario funda la casa *Pathé*, la primera gran productora y un primero esbozo de industria. Gutiérrez Espada (1982) afirmaba en *elementos para la historia del cine* que primero el cine surgió como **técnica**, la maquina como culminación de unos procesos. Después como **industria**, venta y producción, las primeras productoras, los estudios de Hollywood, la televisión como promotora y la vuelta a los independientes. Y por último como **arte**, las grandes aportaciones expresivas de los grandes directores de las primeras épocas y hasta finales de los sesenta, avances científicos necesarios como el montaje, el sonido, etc; y por supuesto las primeras teorías acompañadas de los grandes movimientos que hicieron posible que artistas individuales fueran cosechando hallazgos formales que se constituyeran en un lenguaje propio y único. Tuvo mucho que ver el convencionalismo tan marcado en la época dorada de Hollywood al cual muchos autores se enfrentaron para recuperar la vanguardia perdida y formar el lenguaje innovador del cine moderno.

El director y escritor Marck Cousin en la serie documental *The Story of film: An odyssey* (2011) basado en su propio libro comienza la serie con las imágenes impactantes del desembarco de Normandía de *Salvar al soldado Ryan* (1998) como referencia clara de lo que ha sido del cine desde su creación a nivel expresivo, técnico y de espectáculo. Está secuencia refleja el compendio técnico y artístico que es el cine hoy día. Han hecho falta muchos avances en cuanto a técnica y igualmente hallazgos formales para que después de muchas películas bélicas y sobre el mismo tema, 100 años después, aparezca una película que probablemente sea determinante recreando ese episodio definitivo de la historia de la segunda guerra mundial. Probablemente conjuga muchas teorías y muchos avances en una secuencia de poco más de media hora.

Nos centramos en el año 1898, un siglo antes de la película de Spielberg, y nos encontramos a George Meliès que estrena el corto *La lune à un mètre* (1898), gracias a un atasco en la cámara descubrió el truco, primer efecto especial de la historia del cine. Meliès fue un visionario y seguramente fue el primer gran director de la historia. Fue el responsable de usar por primera vez la sobreimpresión, los fundidos, las dobles exposiciones y el uso de maquetas, ya cuando presenta *Le voyage dans la luna (1902)* se habían encontrado algunos hallazgos formales importantes. En 1899, George A. Smith presenta *A Kiss in the tunnel* (1899), 1er travelling de la historia y Enoch J. Rector hace *The Corbett-Fitzsimmons Title Fight* (1899), 1ª película deportiva y 1ª película en panorámico de 65mm, fue rodada con tres cámaras para un ingenioso sistema de proyección panorámico. Luego en 1901, Smith hace con *The Little doctor and the sick kitten* (1901) el 1er plano de la historia. (Gubern. 2001:57)

Dos años después, Edwin S. Porter estrena *The life of an American Fireman* (1903), 1ª película de montaje y corte de continuidad donde se varia el punto de vista y se comienza a fragmentar el espacio y el tiempo lineal que más adelante haría posible las escenas de persecución. En 1905 Cecil Heepworth en Inglaterra estrena *Rescue by Rover* (1905), 1ª técnica de persecución y de salvación en el último instante. Segundo de Chomón rueda para la casa Pathé -que en 1896 se había formalizado como la 1ª casa de cine de la historia- *Hotel Eléctrico* (1905) 1ª película hecha con la técnica paso de manivela, imagen por imagen. Lo que hoy se conoce como Stopmotion.

William Laurie Dickson patenta en New Jersey el bucle de Latham que obligaba a todos lo que quisieran usar este ajuste a pagar, obligando a los productores a buscar otros destinos, lo cual produjo que se terminaran fundando los grande estudios en California recientemente pacificado y donde la patente de Dickson no tenía efecto. Aparecen los primeros proyectores de luz artificial los de tubo de vapor de mercurio de Cooper-Hewitt y las lámparas de Arco voltaico. Max Linder estrena *La première sortie d'un collégien* (1905), es cuando el cine cómico comienza con la fórmula de actor/personaje/director utilizada por Chaplin y Keaton.

En 1906 se funda en Italia la marca Cines y en Copenhage Nordisk, muy influyentes las dos y 1907 la marca Zeiss lanza los objetivos Tessar de f/3:5 que se mantendrían invariables durante medio siglo (Talens & Zunzunegui.2008:167)**.** Charles Pathé estrena con éxito *Le cheval emballé* (1907), 1er montaje en paralelo. También un año después, en 1908**,** nace la cámara *Le Parvo* diseñada por Joseph Jules Debrie, podía rodar 6 minutos y unos años después en 1912 la casa Bell & Howell lanza la cámara Standard 2709 de 35mm la primera que se convertirá en un estándar para la industria, también se comercializa la película de 70mm y Windson Mackay hace la 1ª película de dibujos animados en USA *llamada el El dinosaurio Gertie* en 1909.

En 1915 David W. Griffith estrena *The Birth of a Nation* (1915) obra maestra del cine, 1ª gran película del cine épico y narrativo. Comienza la perfección del montaje. A Griffith se le atribuyen una serie de hallazgos importantes que perfilaron la gramática visual. El 1er primer plano con intensión dramática, las acciones paralelas, desplazamientos del punto de vista de la cámara en el interior de una misma escena y los saltos en el espacio y tiempo a través del montaje, muy presente en *Intolerancia* (1916) como bien apunta Gubern, R (2001). Griffith después de Meliès es el segundo director que aporta más hallazgos formales a la narrativa cinematográfica que siguen de la mano con los avances tecnológicos ya que dos años después, en 1917, Mitchell Camera Corporation lanza la Mitchell estándar con el Sistema tipo *Rack Over*. En la posición F (focusing) el objetivo se ubicaba ante un visor que amplificaba la imagen a registrar para efectuar un encuadre y enfoque precisos. Seguidamente el objetivo se trasladaba a su posición de rodaje S (shooting) y estaba listo para rodar. August Arnold y Robert Richter fundan la pequeña casa de reparación de cámara de cine llamada Arri pero no sería hasta 1937 cuando lanzan la Arriflex 35, primera cámara réflex de la historia que permitía al operador más libertad en el rodaje.

Abel Gance presenta *J'acusse* (1918), impresionante denuncia de los horrores de la guerra donde los muertos reviven en el campo de batalla. Gance afirmaba en *Ha llegado el tiempo de la imagen* publicado en *L'art cinématographique* en 1927 que *El cine contempla silenciosamente a las demás artes y, como una temible esfinge, se pregunta qué partes vitales de ellas devorará.* (Romaguera & Alsina.1998)

En 1919 Robert Wiene estrena *El gabinete del Doctor Caligari*, obra enmarcada en uno de los movimientos más influyentes de la época y primer movimiento expresivo y revolucionario de la historia del cine, el Expresionismo Alemán. Germaine Dulac hace lo mismo con *La fiesta Española* (1919) enmarcada dentro del Impresionismo Francés. En esta época los movimientos que estaban surgiendo en el cine venían de la mano de movimientos artísticos casi siempre de la pintura.

En 1921, Charles Chaplin presenta *The Kid* (1921) quien se convertiría en gran exponente del cine cómico y en esta especialmente aportando un contenido muy dramático y lleno de humanización. También Walter Ruttman estrena la primera animación abstracta con *Opus I* (1921). Un año después otro celebre director Friedrich W. Murnaun estrena *Nosferatu* (1922) obra maestra del expresionismo y Robert Flaherty *Nanook, El esquimal* (1922) dando comienza la búsqueda de la realidad, al documental como arte.

Greed (1924) de Eric Von Stroheim, además de ser la primera película rodada íntegramente en escenarios naturales presentaba una historia sobre las miserias humanas con un tono realista sorprendente. Raoul Walsh con *El ladrón de Bagdad* (1924) hace la

primera película con el sistema de estudios convencional y ha pasado a la historia como la primera de lo que se entiende como cine comercial. Ese mismo año Dziga Vertov estrena *Kino Pravda Nº19* (1924) en formato noticiero, comienza el cine-Verdad y el gran cambio formal.

Diez años después de Griffith aparece otro director que dividirá la escena cinematográfica y teórica con sus planteamientos sobre el montaje y una particular visión del cine, Sergei M. Eisenstein y *El Acorazado Potemkin* (1925) plantean un nuevo hallazgo con lo que el llamo montaje de atracciones. Vsevolod Pudovki estrena *La madre* (1926) al año siguiente, quien junto a otros formarían un grupo muy prolífico de cineastas rusos. S, Eisenstein, V. I. Pudovkin, G. V. Aleksandrov. Publicaron este articulo en 1928 *Contrapunto orquestal (Zaiawka) en Zbizn Iskusstva donde hablaban del montaje:*

> *El cine contemporáneo; al actuar, como lo hace, por medio de imágenes visuales, produce una fuerte impresión en el espectador y ha sabido conquistar un lugar de primer orden entre las artes. Como sabemos, el medio fundamental –y, por añadidura, único- mediante el cual el cine ha sido capaz de alcanzar tan alto grado de eficacia es el montaje.* (Romaguera & Alsina.1998.477)

Charles Chaplin estrena tal vez su obra maestra *La Quimera de Oro* (1925) que además de tener los gag de charlot presentaba una dura crítica social. Buster Keaton estrena *The General*(1925) nueva escala a nivel de producción, la explosión de un puente y el tren la convierten en la película más cara hasta la fecha. Nace el sistema de sonido Vitaphone de Bell Laboratories.

El 27 fue un año clave en la historia del cine. Fritz Lang estrena *Metrópolis* (1927)*, obra importante* del Expresionismo y una dura crítica política. Grande hallazgos formales en el uso de la técnica y sobre todo la estética. Abel Gance con *Napoleón* (1927) hace la primera relación cámara-movimiento y usa tres cámaras simultaneas para construir una gran panorámica. F.W. Murnau con *Amanecer* (1927) hace el primer croma óptico y la cinta queda enmarcada en el movimiento Dadá. Alan Crosland estrena *El cantor de Jazz* (1927), 1ª película sonora americana. Se introduce la película pancromática de Kodak en sustitución de la ortocromática, sensible a todas las longitudes de ondas y que hizo posible la iluminación con tungsteno y nace el *technicolor* pero no se popularizaría hasta los 30.

> *El cine clásico de Hollywood encuentra sus modelos en fórmulas pre-vanguardistas (la imagen perspectiva para su configuración de un espacio habitable, concepción teatral de interiores, borrado del montaje, concepto de verosimilitud narrativa y clausura del relato cercanos a la literatura popular decimonónica) dando así la espalda al arte y la novela contemporáneos.* (Sánchez-Biosca, 2004:19)

1928 fue de cambios formales en contra del convencionalismo muy presente en Norteamérica. Carl Theodor Dreyer rueda *La pasión de Juana de Arco* (1928) utilizando solo primeros planos sin profundidad de campo y que el autor Mark Cousin (2011) resalta como la 1ª gran acometida contra el convencionalismo de Hollywood. Luis Buñuel en París rueda *Un perro andaluz* (1928) dentro del movimiento surrealista y ya asoma la marca más insigne del director aragonés; la provocación. King Vidor con *El mundo marcha* (1928) refleja el realismo poético americano y tal vez un precedente norteamericano del neorrealismo.

2. Los años del lenguaje. Acometidas para el cambio

En la búsqueda de una forma de hablar, el cine encuentra las maneras para decir, algunos directores comprendieron que debían de ser propias y no una recreación del teatro o de otras artes. Paralelamente a los avances científicos y las películas iban los primeros esbozos teóricos. Para André Bazin (1999) el cine llegó a su definitiva madurez con dos películas *La régle du jue* (1939) de Jean Renoir y *Citizen Kane* (1941) de Orson Welles. A su vez Marc Cousins (2011) afirma que el cine, en sus comienzos, experimentó una serie de acometidas en contra del alto convencionalismo que existía en Norteamérica, comenta que la obra de Dreyer, *La pasión de Juana de Arco* de 1928 fue la primera ofensiva dando paso al cine moderno.

El concepto de modernidad cinematográfica se refiere en la mayor parte de ensayos a la descomposición del modelo narrativo hollywoodiense y a la quiebra de la hegemonía de éste en la gramática del cine mundial. (Sánchez-Biosca. 2004)

Es cierto que con la llegada del sonido la experimentación fue creciendo y rápidamente comenzaron a aparecer figuras que se convertirían en embajadores del cambio, en los artífices del lenguaje. En 1930 Luis Buñuel con *L'Age d'or* (1930) todavía enmarcada en el surrealismo utiliza por primera vez el sonido como recurso dramático. Ese mismo año René Clair en *Bajo los techos de París* (1930) convierte al cine en audiovisual por unas secuencias a oscuras que solo se entendía por el sonido, ya no importaba solo la magia de la imagen había algo más que la acompañaba y la enriquecía. Chaplin se negaba a usar el sonido, aspecto que puede estar claro porque Charlot perdía toda su personalidad si llegaba a hablar. A pesar de esto en 1931 estrena *City Lights* (1931).

Sorprende que el mayor cambio de la época viniera de la mano de un autor de Asía, de la arrogante y conflictiva Japón. En 1932 Yasujiro Ozu estrena *Umarate wa mita Keredo* (1932) completamente realista, ausencia de héroes, innovación en la posición de la cámara, más baja y a 90º con respecto al sujeto. Personajes casi miran a cámara en una marca de la casa que con el tiempo los teóricos llamarían soliloquio. Howard Hawks

inaugura el prolífico cine de gánster con *Scarface* (1932) y Jean Renoir hace grandes hallazgos formales con *Boudu sauvé des eaux* (1932). Ese año Kodak lanza el formato de 8mm y un año después Jean Vigo estrena *Cero en conducta* (1933) con un gran hallazgo sonoro ya que la música fue compuesta para reproducirse al revés.

Walt Disney presenta su primera obra maestra de la animación, *Band Concert* (1934) y Frank Capra hace lo mismo con *Sucedió una noche* (1934) comedia americana por excelencia. Alfred Hitchcock estrena *39 escalones* (1935) todavía en Londres y el cine clásico de Hollywood empezó a darse cuenta que este nuevo arte podía ser muchas cosas. Fue la gran primera película sonora del director con mucha presencia de primeros planos. Hitchcock junto a Ozu y Jean Renoir con *La gran ilusión* (1937) y *Las reglas de juego* (1939) comandaron esa segunda acometida a favor de las vanguardias.

Para esa época ya había sólidas teorías que ayudaban tanto o más que los continuos avances científicos. En 1937 la casa Alemana Arri lanza la Arriflex 35, 1ª cámara réflex de la industria y maquina definitiva en los avances en cuestiones tecnológicas, nunca detuvieron las actualizaciones y mejoras ni está casa ni ninguna otra hasta que el cine digital irrumpió en el mercado con estas mismas casas y otras de nueva creación.

Jezabel (1938) es la primera de William Wyler donde usa muchos planos secuencias. Un años después Hollywood entra en el escapismo previo a los horrores de la guerra en que acababa de entrar y estrena en el mismo año tres grandes éxitos de taquilla, *Ninotchka* (1939) de Ernst Lubitsch, *El Mago de Oz* (1939) de Victor Flemming y *Lo que el viento se llevó* (1939) de George Cukor. Aunque al mismo tiempo se estrena una de las joyas de la época y que influenciaría a muchos directores técnica y formalmente, *La Diligencia* de John Ford, obra definitiva del director y que puso de moda la profundidad de campo y el foco selectivo que uno de los genios del cine mundial utilizaría en su máxima expresión en *Citizen Kane* (1941) de Orson Welles que revoluciona la estética del cine y presenta la profundidad de campo y los grandes angulares en contra del cine plano de Hollywood. Mientras Chaplin hacía *El Gran dictador* (1941), valiente y política pero muda. Michael Curtiz estrenaba *Casablanca* (1942), otro éxito de un gran estudio y que con el tiempo convertiría a Bogart en un ícono del cine negro aunque esta película no lo sea. Ese año Luchino Visconti sienta las bases del futuro neorrealismo con *Ossesione* (1942) y en el 44 Billy Wilder inaugura el cine negro, uno de los género más exitoso del cine de Hollywood con *Double Indemnity* (1944) *(Perdición).* Roberto Rossellini inaugura el neorrealismo, uno de los movimientos formales más influyentes del cine mundial, con *Roma Cita aperta* (1945) y un año después *Paisa* (1946), las dos sobre el entorno de la guerra, desdramatización, uso de escenarios naturales al completo, objetivos de 50 mm, actores no profesionales y ningún efectismo. Esto fue posible gracias a las corrientes conservadoras de Hollywood a nivel formal ya que tecnológicamente las cámaras había

mejorado su movilidad y peso, las ópticas eran más luminosas y la película habían crecido en metraje. Hasta aquí incluyendo a gran parte de las películas del neorrealismo, entre ellas *Ladrón de* Bicicleta (1948) de Vittorio de Sica, se entiende como una nueva avanzada reformista del cine ya en plena madurez.

Pasarían mas de diez años hasta que el cine volviera a tener un hallazgo formal en bloque a nivel de lenguaje cuando la *nouvelle vague* entró en escena junto a otras películas y directores célebres. En 1946 Arri lanza la lámpara fresnel para cine que cambiaría la manera de trabajar en exteriores. *El tercer Hombre* (1949) de Carol Reed hace la suerte de compendio del cine del los 30 y 40. Luis Buñuel con *Los Olvidados* (1950) comienza su etapa mexicana, fructífera y libre. Akira Kurosawa con *Roshomon* (1950) abandera la explosión del cine Japonés y el reconocimiento mundial de Toshiro Mifune gran estrella del cine nipón. Los 50 son también años de clásicos del cine americano, Billy Wilder con *Sunset Boulevard* (1950) y Joseph Mankiewicz con *All about Eve* (1950). En España Luis García Berlanga estrena el primer logro real del cine español a nivel nacional e internacional con *Bienvenido Mr. Marshall* (1952) y Stanley Donen junto a Gene Kelly hacen *Cantando bajo la lluvia* (1950) el gran musical. También nace Cinerama[xxi], formato panorámico con tres cámaras en sincro y proyección.

Yasujiro Ozu estrena *Cuentos de Tokyo* (1953), gran clásico mundial y referencia técnica y formal del cine. Nace Cinemascope[xxii], formato panorámico que comprime las imágenes y las corrige en proyección. *Los 7 Samurais* (1954) de Akira Kurosawa inquieta a los cineastas de occidente e influye en muchas películas, sobre todo en el western. Ese mismo año aparece en Italia *La Strada* (1954) de Federico Fellini quien se convertirá a lo largo de su dilatada carrera en uno de los directores más influyentes de la historia. Los estudios Paramount estrenan su sistema panorámico llamado Vistavision[xxiii]. En el 56 John Ford estrena *The Seatchers* otro clásico del western y inspiración para otros grandes maestros de este género que estaban por aparecer.

El año 1957 sería de transición donde grandes películas prepararían el terreno para lo que estaba por llegar. *Las noches de Cabiria* (1957) de Fellini viene a ser su primera obra maestra y Bergman, la mayor influencia de Suecia, estrena *Fresas Salvajes* (1957) y *El séptimo sello* (1957). Hitchcock estrena *Vertigo* (1958) y desde la Polonia de la postguerra Andrzej Wajda presenta *Ashes and Diamonds* (1958) hasta que al año siguiente una serie de inquietantes películas enmarcan el segundo movimiento revelador y la tercera gran acometida. Fue en 1959 cuando aparecen las cámaras Panavision[xxiv], de la unión entre Fox y Panavision, ofrecían una imagen nítida sin distorsiones que se convierte en un estándar en USA. El carterista de *Pickpocket* (1959) de Robert Bresson causaba envidia en Norteamérica por la naturalidad de su actuación y la simpleza de la película en cuanto planos y al mismo tiempo una profundidad sin efectismos. Alain Resnais con guión de

Marguerite Duras estrena *Hiroshima mon amour* (1959) importante catalizador para la nouvelle vague que meses después quedaría inaugurada con *Los 400 golpes* (1959) de Francoise Truffaut, homenaje a André Bazin que había muerto un año antes y que conjugaba todas las propuesta teóricas del francés. En el norte no había tanta intensidad y Billy Wilder hacía una conjugación de lo que Hollywood representaba como industria en *Some like it hot (Con faldas y a lo loco)* (1959) al mismo tiempo también surgía otra mirada y un estilo marcado por la forma de John Cassavetes en *Shadow* (1959) película que tuvo que estrenarse primero en Europa y entrar a USA como una importación. Ese año la escena de la carrera de carros en Ben Hur (en Technicolor) se convierte en un ejemplo para las secuencias de acción de las películas del futuro.

En el 60 Jean Luc Godard estrena *A bout de soufflé* (1960) *(Al final de la escapada)* dentro de la *Nouvelle vague* pero aportaría un estilo único y rompedor que lo iría separando poco a poco de todo. También nace el foco HMI de Osram, potentísimo, de menor consumo, y lo que es más importante: de luz blanca. Con el invento de OSRAM los directores de fotografía, por un lado, empezaron a recrear con más acierto la luz del día, y por otro, gozaron de una iluminación que no distorsionaba el color real de las cosas, mejorando sustancialmente la calidad visual de las películas.

La serie clásica de ópticas *C Series* de Panavision nace por estos años. Como todas las lentes anamórficas de la época, las "C Series" no parten de diseños específicos, sino que utilizaron juegos o lentes esféricas individuales pre-existentes (el llamado "elemento primario") a los que, a través de una nueva construcción, se les añadió un elemento cilíndrico frontal anamorfizador para convertir las lentes esféricas en lentes anamórficas. Ello supone que, como son lentes creadas a partir de otras lentes, su rendimiento puede variar mucho de una focal a otra del mismo juego, o entre focales idénticas de juegos diferentes. Se dice que parte de las focales (40, 50, 75 y 100mm) utilizaron lentes Cooke Speed Panchro como elemento primario, pero en cualquier caso, la procedencia del cristal de las C Series es diverso, incluyendo fabricantes como Minolta, Pentax y Zeiss, con algunas focales introducidas muchos años después desde elementos diferentes.

Es el mismo año de *Psicosis* (1960) de Hitchcock joya del cine de suspense y *Rocco y sus hermanos* (1960) de Visconti enmarcada todavía en el neorrealismo, también en Italia Fellini estrena *La dolce Vita* (1960), crónica sobre la sociedad moderna. Eran tiempos de cambios sociales y de reivindicaciones. En el 61 un joven director llamado Pier Paolo Pasolini estrena *Accatone* (1961) y su influencia rompedora y su contribución a la teoría dejarían mucha huella. Luis Buñuel perfila su universo personal, su crítica política, a la religión, a la censura en la provocadora *Viridiana* (1961). Otra consolidación de ese año fue la Godard con *Vivre sa vie* (1962) y Agnes Varda con *Cleo de 5 a 7* (1962) aparece como la primera directora de la *Nouvelle vague*. Un joven Polanski estrena en Polinia *Knife in the*

Waters (1962) y el gran Michelangelo Antonioni retrata la soledad en *L'Eclipse* (1962). Buñuel vuelve con tal vez su obra maestra el *El Angel Exterminador* (1962), lo mismo que Fellini con *8 y ½* (1963). Sergio Leone hace acto de presencia con *Por un puñado de dólares* (1964), gran western influenciado por Kurosawa pero que significa una nuevo revolución formal en las dimensiones de los planos y estilo que marcaría y enriquecería el cine del lejano oeste y que con *Hasta que llego su hora (1968)* gracias al techniscope[xxv] que apareció en Italia como opción más barata del cinemascope. Leone terminaría de formar un estilo muy influyente que tiene a Ozu y Welles como precursores. Así culmina la tercera gran oleada de cambios formales acompañados de una serie de mejoras técnicas notables que las hicieron posible.

Kodak lanza el formato *super 8* en 1965 que sería el gran precursor del vídeo casero mientras en España un inquieto Carlos Saura se las ingenia para rodar un película muy crítica contra el franquismo sin que nadie se diera cuenta en *La caza* (1965), lo que se llamo nuevo cine español.

En 1966 aparece el *Snorricam* sistema que ataba la cámara al cuerpo del actor para simular un movimiento muy particular y que se convierte en el antecedente del steadicam y hay un nuevo intento de 3D cuando Arch Oboler prueba space-vision3D que juntaba dos tiras de película en una sola para proyectar.

1968 viene a ser el año cuando el cine pone el punto de mira sobre grandes avances tecnológicos gracias a *2001:Odisea del espacio* (1968) de Stanley Kubrick y efectos de Douglas Trumbull. Contastine Costa-Gavras marca el cine de denuncia política para siempre con *Z* (1968). Un año después el actor Dennis Hopper estrena *Easy rider* (1969) que se convertirá en icono de la época y en unaradiografía de la sociedad americana. El cine social de pequeñas dimensiones tiene su mayor exponente en Ken Loach con *Kes* (1969).

En el 70 la compañía japonesa Fuji lanza Imax, su formato de 70mm y al siguiente Kubrick estrena *La naranja mecánica* (1970) clásico de la violencia teenager que marca una época y sirve de antecedente en los hallazgos formales de los noventa con el cine violento. Es la primera película que utilizo el sistema de sonido Dolby otro icono del cine mundial. Coppola comienza la trilogía de *El Padrino* (1972) clásico moderno del cine mundial y de gánster. La casa Arri lanza la Arriflex 35BL que junto con la Panavisión dominarían el mundo técnico por muchos años.

En España, Victor Erice rueda *El espíritu de la colmena* (1973), reflexión sociopolítica de culto. En 1975 nace es sitema Dolby Stereo de los laboratorio Dolby que cambió radicalmente la experiencia en el cine con la aparición de su sistema de reducción de ruido y de su sistema de sonido óptico (visible en el celuloide) con cuatro canales de audio

combinados en dos. Martin Scorsese estrena *Taxi driver* (1976) violencia y soledad con gran toque de estilo dentro del existencialismo tardío y de las secuelas de la guerra que tantas películas dará al cine norteamericano. Al año siguiente comienza la gran transformación tecnológica que daría la vuelta al cine nuevamente promueve una tendencia muy marcada de efectos especiales y las nuevas tecnologías aplicadas al cine, pero ya los grandes hallazgos formales habían aparecido y consolidado. La técnica y los avances científicos aplicados al medio tendrían una repercusión importante en cuanto a dimensiones aunque no tanto en hallazgos formales. Esta película fue *Star wars* (1977) de George Lucas que con sus secuelas y pre cuelas revolucionará el cine comercial y de espectáculo. Un año antes se introduce en steadicam de Garrett Brown, es un sistema de muelle y contrapesos en forma de chaleco que libera cámara del trípode y la hizo flotar permitiendo seguir a nuestros personajes. También la serie de focales original *Zeiss High Speed* de T/1.4 apareció en el 76 se trataba de unas ópticas que revolucionaron la fotografía cinematográfica al permitir rodajes con niveles de luz muy bajos, incluso para las emulsiones fotográficas de la época (100 ASA).

En 1982 *Tron* (1982) de Steven Lisberger, fue la primera película en utilizar imágenes generadas por ordenador y un año antes Jim Clarke y Abbey Silverstone fundan Silicon Graphics, especialistas en gráficos. En el 83 George Lucas produce el sistema de sonido THX y surgen los estudios Pixar, división de animación de Lucas Film adquirida por Steve Jobs. En el 88 aparece la técnica morphing y el 89 es el nacimiendo de Avid y Pro Tools y por tanto del cine digital. Estos sistemas de edición no lineal de Avid Technology revolucionaron enormemente el trabajo de los editores. En 1993 se estrena (1993), con efectos digitales del artista Dennis Muren. También James Cameron crea el estudio de efectos especiales Digital Domain. En 1994 se inauguran los estudios DreamWorks SKG y en el 95 la casa Pixar estrena de *Toy Story* (1995), película emblemática de Pixar. Luego en 1999 los hermanos (ahora hermanas) Wachowski dirigen *The Matrix* (1999). La técnica conocida como efecto bullet time (efecto bala) se pone de moda y influencia mucho en el medio.

Ya en el nuevo milenio se estrenan *Harry Potter* (2001) y *El Señor de los Anillos* (2001), están consideradas las sagas de la década. En 2009 *Avatar* (2009) de James Cameron recauda 2.700 millones de dólares en el mundo y se convierte en la gran película de ciencia ficción y efectos especiales de la década a la par que nace el nuevo cine 3D que implica dar profundidad a la imagen.

Tabla Comparativa

Películas hallazgos formales/Avances Científicos-tecnológicos

1894.	George Eastman inventa la película de rollo de 35mm
1895. 1ª Proyección Lumiére	Varios Inventos y avances fueron necesarios
1896. Fundación de Pathé	La casa Pathé se conoce como la primera empresa cinematográfica responsable de los comienzos de la industria.
1898. George Meliès. *La lune à un mètre* Primeros efectos especiales	Un atasco en la cámara dio origen al truco, primer efecto especial óptico. Uso por primera vez la sobreimpresión, los fundidos, las dobles exposiciones y el uso de maquetas
1899. George A. Smith. *A Kiss in the tunnel*	1er travelling de la historia
Enoch J. Rector. *The Corbett-Fitzsimmons Title Fight*	1ª película deportiva. 1ª película en panorámico de 65mm. Fue rodada con tres cámaras para un ingenioso sistema de proyección panorámico.
1901. George A. Smith. *The Little doctor and the sick kitten*	1er plano de la historia
1902. George Meliès. *Le voyage dans la luna*	1er largometraje de ciencia ficción
Alice Guy-Blaché. *Le fée aux Chous*	1ª directora de cine. Muy influyente pero discriminada por mucho tiempo
1903. Edwin S. Porter *The life of an American Fireman*	1ª película de montaje y corte de continuidad donde se varia el punto de vista y se comienza a fragmentar el espacio y el tiempo lineal que mas adelante haría posible las escenas de persecución.
1903.	Harry Chandler vende terrenos en Hollywood para los estudios de filmación.
1905. Cecil Heepworth. *Rescue by Rover*	1º técnica de persecución y de salvación en el último instante.
Segundo de Chomón. *Hotel Eléctrico*	1er película hecha con la técnica paso de manivela, imagen por imagen. Lo que hoy se conoce como Stopmotion
	William Laurie Dickson patenta en New Jersey el bucle de Latham que obligaba a todos lo que quisieran usar este ajuste a pagar, obligando a los productores a buscar otros destinos.
	Aparecen los primeros proyectores de luz artificial los de tubo de vapor de mercurio de Cooper-Hewitt y las lámparas de Arco voltaíco
Max Linder. La première sortie d'un collégien	El cine cómico comienza con la fórmula de actor/personaje/director
1906.	Se funda en Italia la marca Cines y en Copenhage Nordisk, muy influyentes los dos.
1907.	La marca Zeiss lanza los objetivos Tessar de f/3:5
Charles Pathé. *Le cheval emballé*	1er montaje en paralelo
1908.	Nace la cámara *Le Parvo* diseñada por Joseph Jules Debrie, podía rodar 6 minutos.
1909. Windson Mackay. *El dinosaurio Gertie*	1er película de dibujos animados en USA
1911. Thomas Harper Ince. *The Hidden Trail*	Prototipo del productor americano muy influyente
1912.	Bell & Howell lanza la cámara Standard 2709 de 35mm la primera para la industria.

1914.	Se comercializa la película de 70mm
1915. David W. Griffith. *The Birth of a Nation*	Obra maestra del cine. 1ª gran película del cine épico y narrativo. Comienza la perfección del montaje.
1916. *Intolerancia*	Súper producción en diferentes épocas sobre el tema de la intolerancia del ser humano.
1917.	Mitchell Camera Corporation lanza la Mitchell estándar con el Sistema tipo **Rack Over**. En la posición F (focusing) el objetivo se ubicaba ante un visor que amplificaba la imagen a registrar para efectuar un encuadre y enfoque precisos. Seguidamente el objetivo se traslada a su posición de rodaje S (shooting) August Arnold y Robert Richter funda la pequeña casa de reparación de cámara de cine llamada Arri.
1918. Abel Gance. *J'acusse*	Impresionante denuncia de los horrores de la guerra.
1919. Robert Wiene. *El gabinete del Doctor Caligari*	Expresionismo Alemán
Germaine Dulac. *La fiesta Española*	Impresionismo Francés
1921. Charles Chaplin. *The Kid*	Se humaniza el cine cómico
Walter Ruttman. *Opus I*	1ª Animación abstracta
Minoru Morata. Soul on the road	1er montaje en paralelo y 1er clásico de Asia
1922. Friedrich W. Murnaun. *Nosferatu*	Obra maestra del expresionismo
Robert Flaherty. *Nanook, El esquimal*	Comienza la búsqueda de la realidad. El documental como arte.
1924. Eric Von Stroheim. *Creed* (Avaricia)	
Raoul Walsh. *El ladrón de Bagdad*	1ª película con el sistema de estudios convencional. Cine Comercial
Dziga Vertov. *Kino Pravda Nº19*	Cine-Verdad. Comienza el gran cambio
Abel Gance. *La Rueda*	
1925. Sergei M. Eisenstein. *El Acorazado Potemkin*	Montaje de Atracciones
Charles Chaplin. *La Quimera de Oro*	Cine cómico y crítica social
1926. Buster Keaton. *The General*	Nueva escala a nivel de producción. Explosión del puente y el tren la convierte en la película mas cara hasta la fecha.
Vsevolod Pudovki, *La madre*	Nace el sistema de sonido Vitaphone de Bell Laboratories
1927. Fritz Lang. *Metrópolis*	Expresionismo y política
Abel Gance. *Napoleón*	1ª relación cámara-movimiento. Usa tres cámaras simultaneas para una gran panorámica.
F.W. Murnau. *Amanecer*	Película enmarcada en el movimiento Dadá. 1er croma
Alan Crosland. *El cantor de Jazz*	1ª película sonora americana
	Se introduce la película pancromática en sustitución de ortocromática. Sensible a todas las longitudes de ondas y que hizo posible la iluminación con tungsteno.
	Nace el technicolor pero no se popularizaría hasta los 30
1928. Carl Theodor Dreyer. *La pasión de Juana de Arco*	Rodada solo en primeros planos sin profundidad de campo. 1ª gran acometida contra el convencionalismo.
Luis Buñuel. *Un perro andaluz*	Cine surrealista y provocador
King Vidor. *El mundo marcha* Walt Disney. 1er corto de Mickey	Realismo poético americano y tal vez un precedente del neorrealismo
1929. Alexander Douzhenko. *Arsenal*	
1930. Luis Buñuel. L'Age d'or	1ª gran película del cine utilizando el sonido como recurso dramático.

René Clair. *Bajo los techos de París*	El cine se vuelve audiovisual. Secuencias a oscuras que solo se entienden por el sonido
1931. Charles Chaplin. *City Lights*	Negación a usar el sonido
1932. Yasujiro Ozu. *Umarate wa mita Keredo He nacido pero…*	Realista, ausencia de héroes. Innovación en la posición de la cámara, mas baja y a 90º con respecto al sujeto. Personajes casi miran a cámara
Howard Hawks. Scarface	Se inaugura el cine de Gánster
Jean Renoir. *Boudu sauvé des eaux*	Grandes hallazgos formales.
	Kodak lanza el formato de 8mm
1933. Jean Vigo. *Cero en conducta*	Invasión sonora. La música se compuso para reproducirse al revés.
1934. Walt Disney. *Band Concert*	1ª gran película americana de animación.
Frank Capra. *Sucedió una noche*	La comedia americana por excelencia
1935. Alfred Hitchcock. *39 escalones*	1er gran película sonora del director. Mucha presencia de primeros planos.
1937.	La casa Alemana Arri lanza la Arriflex 35. 1ª cámara réflex de la industria.
Jean Renoir. *La gran ilusión*	Obra maestra. Dominio europeo
1938. William Wyler. *Jezabel*	1ª película del director llena de planos secuencia
1939. Ernst Lubitsch. *Ninotchka* Victor Flemming. *El Mago de Oz* George Cukor. *Lo que el viento se llevó*	Escapismo
Jean Renoir. *Las reglas del juego*	Obra maestra del director.
John Ford. *La Diligencia*	Obra definitiva del director. Puso de moda la profundidad de campo y el foco selectivo
1940. Chalers Chaplin. *El Gran dictador*	Político y valiente.
1941. Orson Welles. *Citizen Kane*	Revoluciona la estética del cine. Profundidad de campo en contra del cine plano de Hollywood. Grandes angulares y la presencia fuerte del teatro.
1942. Michael Curtiz. *Casablanca*	
Luchino Visconti. Ossesione	Sienta las bases del futuro neorrealismo
1944. Billy Wilder. *Double Indemnity(Perdición)*	Cine Negro
1945. Roberto Rossellini. *Roma Cita aperta* *Paisa*	1ª película del neorrealismo. Desdramatización. Usa solo un 50mm
1946. Howard Hawks. *The Big Sleep.*	Gran obra del cine negro
	Arri lanza la lámpara fresnel
1948. Vittorio de Sica. *Ladrón de Bicicleta*	Gran triunfo del neorrealismo
1949. Carol Reed. *El tercer Hombre*	Compendio del cine del los 30 y 40
1950. Luis Buñuel. *Los Olvidados*	Afincado en México comienza una nueva etapa
Akira Kurosawa. *Roshomon*	Explosión del cine Japonés. Reconocimiento mundial de Toshiro Mifune
Billy Wilder. *Sunset Boulevard*	Sobre el gran Hollywood
Joseph Mankiewicz. *All about Eve*	
1951. Alfred Hitchcock. *Extraños en un tren*	
1952. Luis García Berlanga. Bienvenido Mr. Marshall	1er logro real del cine español
Stanley Donen. *Cantando bajo la lluvia*	La gran película musical de los 50
Vittorio de Sica. *Umberto D*	Su mejor película
	Nace Cinerama, formato panorámico con tres cámaras sincro y proyección.
1953. Yasujiro Ozu. Cuentos de Tokyo	Nace Cinemascope, formato panorámico que comprime las imágenes y las corrige en proyección.
1954. Akira Kurosawa. *Los 7 Samurais*	Muy influyente en occidente y en el western.
Elia Kazan. *La ley del silencio*	Marlon Brando recién salido del actor studio
Federico Fellini. La Strada	1ª gran película de uno de los autores más influyentes de la época

	Vistavision. El panorámico de Paramount
1955. Nicholas Ray. *Rebelde sin causa*	El cine se revela contra la realidad
Max Ophuls. *Lola Montes*	Una de las películas más importantes de la postguerra
1956. John Ford. *The Seatchers*	
1957. Akira Kurosawa. *Trono de sangre*	Adpatación de Macbeth. Este muere acribillado por una lluvia de flechas, secuencia que años más tarde seguramente inspirara a Coppola en El Padrino cuando asesina a Sony.
Federico Fellini. *Las noches de Cabiria*	Obra maestra del genio italiano
Ingmar Bergman. El séptimo sello *Fresas Salvajes*	La mayor influencia desde Suecia
1958. Alfred Hitchcock. *Vertigo*	
Andrzej Wajda. Ashes and Diamonds	Secuelas de la postguerra
Orson Welles. *Sed de mal*	Mucha presencia de angulares y profundidad de campo
1959. Alain Resnais. *Hiroshima mon amour*	Antecedente de una nueva etapa de nueva concepción estética. Crónica del amor y la postguerra
Francoise Truffaut. *Los 400 golpes*	Es el comienzo de una nueva transformación estética y formal del cine. Aparecen las cámaras Panavision, de la unión entre Fox y Panavision. Imagen nítida sin distorsiones que se convierte en un estándar en USA.
Billy Wilder. *Some like it hot (Con faldas y a lo loco)*	Conjuga los que Hollywood representa
Robert Bresson. *Pickpocket*	Otra mirada. Un estilo marcado por la forma
John Cassavetes. *Shadow*	
1960. Jean Luc Godard. *A bout de soufflé (Al final de la escapada)*	Estilo. Fundamentos de la nouvelle vague. Usa el corte para enseñar lo mismo.
Alfred Hitchcock. *Psicosis*	Grane película del cine de suspense
Stanley Kubrick. *Spartacus*	
Luchino Visconti. *Rocco y sus hermanos*	Denuncia enmarcada en el neorrealismo
Federico Fellini. *La dolce Vita*	Crónica sobre la sociedad moderna
1961. Pier Paolo Pasolini. *Accatone*	Reflexión sobre la clase baja romana. 1eros planos
Luis Buñuel, *Viridiana*	Universo personal, política, religión, censura
Blake Edwards. *Breakfast at Tiffany's*	
Alain Resnais. *El año pasado en Marienbad*	
1962. Jean Luc Godard. *Vivre sa vie*	Consolidación del director
Agnes Varda. *Cleo de 5 a 7.*	Primera directora de la Nouvelle vague
Román Polanski. *Knife in the Waters*	Primera película
Michelangelo Antonioni. L'Eclipse	La soledad
Luis Buñuel. *El Angel Exterminador*	Obra maestra desarrollada en el salón de una mansión
1963. Federico Fellini. *8 y 1/2*	Autoretrato
1964. Pier Paolo Pasolini. *El evangelio según San Mateo*	Versión de la vida de cristo según el autor
Michelangelo Antonioni. *Desierto Rojo*	Desarrollo industrial en la era tecnológica.
Alfred Hitchcock. Marnie, la ladrona	
Sergio Leone. *Por un puñado de dólares*	Gran western influencia de kurosawa. Gran propuesta formal
1965. Carlos Saura. *La caza*	Nuevo cine español.
	Kodak lanza el formato super 8
1966. Andrei Tarkovski. *Andréi Rubliov*	Snorricam que ataba la cámara l cuerpo del actor. Antecedente del steady cam
	Nuevo intendo de 3D. Arch Oboler prueba space-

	vision3D que juntaba dso tiras de película en una sola para proyectar s
1967. M. Antonioni. *Blow up*	1ª película en el extranjero
1968. Stanley Kubrick. *2001:Odisea del espacio*	Señala un punto de partida en el uso de los efectos especiales
Contastine Costa-Gavras. *Z*	Policial, política. Refleja una época convulsa
Sergio Leone. *Hasta que llego su hora*	Hallazgo formal en las dimensiones de los planos y la profundidad de campo.
Roman Polanski. Rosemary's baby (La semilla del diablo)	Cine de terror
1969. Dennis Hopper. *Easy rider*	Icono de una época, radiografía de la sociedad americana.
Ken Loach. *Kes*	Cine social
1970. John Schlesinger. Midnight Cowboy	Antihéroes buscavidas. Aires de cine independiente
	Lanzan el Imax 70mm
San Peckinpah. *Perros de paja*	Western Existencial
1971. S. Kubrick. *La naranja mecánica*	Clásico de la violencia teenager, marca una época
1972. Francis Ford Coppola. El Padrino	Consolidación de la violencia en el cine de gánster. Clásico moderno
	Arriflex 35BL
Bernardo Bertolucci. *El último tango en Paris*	Relaciones humanas desde la crueldad
Bob Fosse. *Cabaret*	
1973. Victor Erice. *El espíritu de la colmena*	Reflexión sociopolítica
1975. Robert Altman.Nashville	Maestro del cine americano
1976. Martin Scorsese. *Taxi driver*	Violencia y soledad con gran toque de estilo
1977. George Lucas. *Star wars*	
1979. Francis Ford Coppola. *Apocalypse now*	
1980. David Lynch. *The elephant man*	
1981.	Jim Clarke y Abbey Silverstone. Fundan Silicon Graphics, especialistas en gráficos.
1982. Steven Lisberger. *Tron*	Primera película en utilizar imágenes generadas por ordenador.
1983.	George Lucas produce el sistema de sonido THX.
1986.	Surgen los estudios Pixar, división de animación de Lucas Film adquirida por Steve Jobs.
1988.	Aparece la técnica morphing.
1993. Steven Spielberg. *Jurassic Park*	Impresionantes efectos digitales a cargo del artista Dennis Muren.
	James Cameron crea el estudio de efectos especiales Digital Domain
1994.	Crean los estudios DreamWorks SKG. Shrek 2 ha sido su película más exitosa.
1995.	Estreno de Toy Story, película emblemática de Pixar.
1999. Hermanas Wachowski. *The Matrix*	El efecto bullet time (efecto bala) se pone de moda
2001. Christofer Columbus. *Harry Potter*	Las sagas de la década con importantes efectos

Peter Jackson. *El señor de los Anillos*	visuales.
2009. James Cameron. *Avatar*	Novedosos efectos visuales
2010.	Nace el nuevo cine 3D que contempla dar profundidad a la imagen.

Elaboración propia Fuente: Recursos propios, IMDB, Filmaffinity y Luis Gutierrez Espada: Elmentos para la historia del cine.1982

Conclusiones

La relación que se ha pretendido establecer entre ciencia y cine que hemos llamado avances científicos-tecnológicos y hallazgos formales intenta construir una relación concisa acerca de la presencia de la ciencia en las artes visuales y en la expresión artística. En ocasiones olvidamos que el hecho científico está presente en todos los aspectos de nuestra vida. El cine es ciencia y como tal sus progresos expresivos y la formación de un lenguaje, tanto técnico como formal, depende mucho del impacto de la ciencia en nuestras vidas. La narrativa audiovisual y cinematográfica debe su establecimiento y crecimiento gracias a la tecnología y esta como tal es ciencia también.

El hecho histórico de que muchos avances científicos en el campo de la cinematografía, la óptica y la iluminación hayan fomentado y ayudado a la formación de un lenguaje, y que a su vez, ha construido un discurso científico a su alrededor ha hecho posible que la narrativa audiovisual sea tan importante en las ciencias sociales como regente del estudio y análisis de un medio de expresión que depende de las manifestaciones del hombre como ente social con necesidades expresivas, comunicativas y por supuesto sociales.

Este artículo no es más que una aproximación a la relación simbiótica que existe entre esas mejoras técnicas que fomentaron el avance en el leguaje cinematográfico y que en ocasiones fue en sentido contrario, es decir, que la necesidad de avanzar en un lenguaje y en nuevas posibilidades de recreación también motivó al avance científico que permitió, por ejemplo, que la animación o los efectos especiales avanzaran a pasos agigantadas en los últimos 30 años y que el paso del cine convencional al digital se diera tan pronto y con tan alto nivel.

La secuencia de inicio de *Salvar al soldado Ryan* (1998) con que comenzamos este artículo y que también es el inicio de una serie documental altamente recomendada *The story of Film: An odissey* de Marc Cousins refleja a lo que ha llegado el cine gracias a la ciencia como recreación histórica, como medida de valor de la sociedad, como fuente de estudio sociológico del hombre, como caudal de entretenimiento despreocupado, como medio de expresión que a estas alturas le gusta hablar de si mismo, todas ellas de alguna manera

científicas; el cine en su proceso creativo, en su estudio y análisis y en su relación con los avances científicos y tecnológicos también es ciencia.

Referencias

Ishaghpour, Y. (1986) *Cinéma contemporain:* de ce côté du miroir. Editions de la différence. Francia

Calero, J. (2005) *El cine y la mirada indiscreta.* Intertextos. Cuadernos del programa de comunicación social. Num 1. Colombia

Zavala, L. (2005). *Cine clásico, moderno y posmoderno*. *Razón y palabra*, *46*.

Talens, J & Zunzunegui, S. (2008) Historia general del cine. Volumen I: Orígenes del cine: 1 Cátedra:Signo E Imagen. Madrid

Gutiérrez Espada, Luis.(1982) *Elementos para la historia del cine.* Madrid: Forja.

Gubern, R. (2001) *Historia del cine.* Barcelona: Lumen

Romaguera, J & Alsina T, H. (1998) *Textos y manifiestos del cine*. Madrid: Cátedra.

Bazin, A (1999) *¿Qué es el cine?* Madrid: RIALP

Cousins, M (2012) *Historia del cine.* Madrid: Blume

Sánchez-Biosca, V. (2004). *Cine y vanguardias artística: conflictos, encuentros, fronteras.* Barcelona: Paidós Ibérica

Referencias web

- http://www.radiocable.com/evolucion-camaras-cine438.html
- http://www.tiki-toki.com/timeline/entry/101594/La-evolucin-de-la-cmara-cinematogrfica/#vars!date=1895-03-19_00:00:00!
- https://loqueelvientosellevo.wordpress.com/la-evolucion-de-la-camara-cinematografica/
- http://www.cinemania.es/noticias/video-del-dia-la-evolucion-de-la-camara-de-cine/
- http://web.b.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=11371102&AN=57346585&h=URgPCFyiqA4fgnvAZH4tGR8wl2%2f%2b2Si%2fkSSs%2fwPiMXIqwqjNRfIIdMs7TqQ%2bWu3C6ky0wqz7dM1bp

8%2bBZkMLUg%3d%3d&crl=c&resultNs=AdminWebAuth&resultLocal=ErrCrlNotAuth&crlhashurl=login.aspx%3fdirect%3dtrue%26profile%3dehost%26scope%3dsite%26authtype%3dcrawler%26jrnl%3d11371102%26AN%3d57346585

Referencias videográficas y películas citadas

Cousins, M. (2011) *The Story of film: An odyssey* . Film 4 / Hopscotch Films, emitida por chaennel 4, UK

Spielberg, S. (1998) *Salvar al soldado Ryan.* Dreamworks / Paramount / Amblin Entertainment. USA

Meliès, G. (1898) *La lune à un mètre*. Georges Méliès / Star Film. Francia

Smith, G. A. (1899)**.** *A Kiss in the tunnel*. George Albert Smith Films. UK

Rector, E. J. (1899) *The Corbett-Fitzsimmons Title Fight*. Veriscope Company. USA

George A. Smith. (1901) *The Little doctor and the sick kitten*. G.A.S. Films, George Albert Smith Films. UK

Porter, E. S. (1903) *The life of an American Fireman*

Heepworth, C. (1905) *Rescue by Rover*

de Chomón, S. (1905) *Hotel Eléctrico*

Linder, M. (1905) *La première sortie d'un collégien*

Pathé, C. (1907) *Le cheval emballé*

Mackay, W. (1909 *el El dinosaurio Gertie*

Griffith, D.W. (1915) *The Birth of a Nation*

Griffith, D.W. (1916) *Intolerancia*

Gance, A. (1918) *J'acusse*

Wiene, R. (1919) *El gabinete del Doctor Caligari*

Dulac, G. (1919) *La fiesta Española*

Chaplin, C. (1921) *The Kid*

Ruttman, W. (1921 *Opus I*

Murnaun, F. W. (1922) *Nosferatu*

Flaherty, R. (1922) *Nanook, El esquimal*

Von Stroheim, E. (1924) *Greed*

Walsh, R. (1924) *El ladrón de Bagdad*

Vertov, D. (1924) *Kino Pravda Nº19*

Eisenstein, S.M. (1925) *El Acorazado Potemkin*

Pudovki , V. (1926) *La madre*

Chaplin, C. (1925) *La Quimera de Oro*

Keaton, B. (1925) *The General*

Lang, F. (1927) *Metrópolis*

Gance, A. (1927) *Napoleón*

Murnau, F.W. (1927) *Amanecer*

Crosland, A. (1927) *El cantor de Jazz*

Dreyer, C.T. (1928) *La pasión de Juana de Arco*

Buñuel, L. (1928) *Un perro andaluz*

Vidor, K. (1928) *El mundo marcha*

Renoir, J. (1939) *La régle du jue*

Welles, O. (1941) *Citizen Kane*

Buñuel, L. (1930) con *L'Age d'or*

Clair, R. (1930) *Bajo los techos de París*

Chaplin, C. (1931) *City Lights*

Ozu, Y. (1932) *Umarate wa mita Keredo*

Hawks, H. (1932) *Scarface*

Renoir, J. (1932) *Boudu sauvé des eaux*

Vigo, J. (1933) *Cero en conducta*

Disney, W. (1934) *Band Concert*

Capra, F. (1934) *Sucedió una noche*

Hitchcock, A. (1935) *39 escalones*

Renoir, J. (1937) *La gran ilusión* (1937)

Renoir, J. (1939) *Las reglas de juego*

Wyler, W. (1938) *Jezabel*

Lubitsch, E. (1939) *Ninotchka*

Flemming, V. (1939) *El Mago de Oz*

Cukor, G. (1939) *Lo que el viento se llevó*

Ford, J. (1939) *La Diligencia*

Welles, O. (1941) *Citizen Kane*

Chaplin, C. (1941) *El Gran dictador*

Curtiz, M. (1942) *Casablanca*

Visconti, L. (1942) *Ossesione*

Wilder, B. (1944) *Double Indemnity* (1944)

Rossellini, R. (1945) *Roma Cita aperta*

Rossellini, R. (1946) *Paisa*

de Sica, Vittorio (1948) *Ladrón de* Bicicleta

Reed, C. (1949) *El tercer Hombre*

Buñuel, L. (1950) *Los Olvidados*

Kurosawa, A. (1950) *Roshomon*

Wilder, B. (1950) *Sunset Boulevard*

Mankiewicz, J. (1950) *All about Eve*

García Berlanga, L. (1952) Bienvenido Mr. Marshall

Donen, S.; Kelly, G. (1950) *Cantando bajo la lluvia*

Ozu, Y. (1953) Cuentos de Tokyo

Kurosawa, A. (1954) *Los 7 Samurais*

Fellini, F. (1954) *La Strada*

Ford, J. (1956) *The Seatchers*

Fellini, F. (1957) *Las noches de Cabiria*

Bergman, I. (1957) *Fresas Salvajes*

Bergman, I. (1957) El séptimo sello

Hitchcock, A. (1958) *Vertigo*

Wajda, A. (1958) *Ashes and Diamonds*

Bresson, R. (1959) *Pickpocket*

Resnais, A. (1959) *Hiroshima mon amour*

Truffaut, F. (1959) *Los 400 golpes*

Wilder, B. (1959) *Some like it hot*

Cassavetes, J. (1959) *Shadow*

Godard, L. (1960) *A bout de soufflé*

Hitchcock, A. (1960) *Psicosis*

Visconti, L. (1960) *Rocco y sus hermanos* (1960)

Fellini, F. (1960) *La dolce Vita*

Pasolini, P. (1961) *Accatone*

Buñuel, L. (1961) *Viridiana*

Godard, J. L. (1962) *Vivre sa vie*

Varda, A. (1962) *Cleo de 5 a 7*

Polanski, R. (1962) *Knife in the Waters*

Antonioni, M. (1962) L'Eclipse

Buñuel, L. (1962) *El Angel Exterminador*

Fellini, F. (1963) *8 y ½*

Leone, S. (1964) *Por un puñado de dólares*

Leone, S. (1968) *Hasta que llego su hora*

Saura, C. (1965) *La caza*

Kubrick, S. (1968) *2001:Odisea del espacio*

Costa-Gavras, C. (1968) *Z*

Hopper, D. (1969) *Easy rider*

Loach, K. (1969) *Kes*

Kubrick, S. (1970) *La naranja mecánica*

Coppola, F. (1972) *El Padrino*

Erice, V. (1973) *El espíritu de la colmena*

Scorsese, M. (1976) *Taxi driver*

Lucas, G. (1977) *Star wars*

Lisberger, S. (1982) *Tron*. Walt Disney Pictures

Spielberg, E. (1993*) Jurassic Park*.

Wachowski, L & L. (1999) *The Matrix*. Warner Bros / Village Roadshow Pictures / Groucho II Film Partnership.

Columbus, C. (2001) *Harry Potter*. Coproducción GB-USA; Warner Bros. Pictures / Heyday Films / 1492 Films / Duncan Henderson

Jackson, P. (2001) *El Señor de los Anillos*. New Line Cinema / Wingnut Films

El reto de la divulgación en ciencia básica: modelo de exposición interactiva

Alicia S. Arroyo

Estudiante de Doctorado en Biología Evolutiva

Instituto de Biología Evolutiva (UPF-CSIC). Passeig de la Barceloneta, 37-49. 08003, Barcelona (España).

Tlfn: + 34 932309500 (ext: 6037)

Email: alicia.arroyo@ibe.upf-csic.es

Resumen

En el Instituto de Biología Evolutiva (UPF-CSIC) de Barcelona, siendo conscientes de nuestra labor como investigadores respecto a la divulgación científica y del poder de las nuevas tecnologías digitales y plataformas audiovisuales para llegar al público general, desarrollamos la exposición "Biología Evolutiva" en la sección TopCiència del museo CosmoCaixa en Barcelona, que fue inaugurada en Abril 2016 y permaneció abierta al público hasta Marzo 2017.

La muestra se centra fundamentalmente en la línea de investigación básica de nuestro laboratorio, el MulticellGenome Lab: el origen de los animales desde el punto de vista celular y genómico.

La exposición se dividió en dos juegos interactivos donde la imagen digital es el elemento principal para sintetizar los conceptos y atraer a los visitantes. En el primer juego los visitantes tienen que completar dos árboles evolutivos a través de pantallas táctiles. La segunda actividad es una simulación audiovisual en la que los participantes deben completar un protocolo de laboratorio para obtener el genoma de un organismo y su comparación con el del ser humano. Durante la presentación se discutirá la filosofía detrás de los juegos, los objetivos a conseguir y una primera evaluación de la repercusión de esta exhibición.

Palabras clave

Divulgación científica, ciencia básica, evolución, árbol de la vida, ADN, biología molecular

Abstract

At the Institute of Evolutionary Biology (UPF-CSIC) in Barcelona, we are aware of our role as researchers in scientific communication. We are also conscious of the power of new digital technologies and audiovisual platforms to reach the general public. For these two reasons, we developed the exhibition "Evolutionary Biology "in the TopCiència section of the CosmoCaixa Museum in Barcelona. It was opened in April 2016 and it was open until March 2017. It mainly focuses on the basic research in our laboratory, the MulticellGenome Lab: the origins of animals from a cellular and genomic standpoints. The exhibition was divided into two interactive games where digital image is used to synthesise concepts and attract visitors. In the first game, users have two evolutionary trees which they have to complete through touchscreens. The second activity is a visual simulation in which participants must follow a laboratory protocol to get the genome of an organism and compare it with the human one. During the oral presentation, I will explain the philosophy of both games, the goals to be achieved and a first assessment of the impact of this exhibition.

Key words

Scientific communication, basic science, evolution, tree of life, DNA, molecular biology

Introducción

¿Qué imagen hay más icónica en las ciencias naturales que el árbol de la vida y la doble hélice de ADN?

La sociedad está ampliamente familiarizada con imágenes del árbol de la vida como las creadas por Charles Darwin en 1837 o Ernst Haeckel en su *The evolution of man* de 1874 (Haeckel, 1874) (Figura 1). Ellos, mejor que nadie, supieron captar la esencia del proceso evolutivo y plasmarla en una imagen que ha perdurado a lo largo de los siglos. Aunque anteriormente a Darwin algunos autores como Lamarck ya habían esbozado algunos árboles en un intento de explicar la diversidad de seres vivos, no es hasta Darwin cuando dicha imagen adquiere pleno significado. El árbol, entonces, deja de ser un mero objeto, para convertirse en un medio donde visualizar las relaciones evolutivas (filogenéticas[xxvi]) entre los distintos organismos y su ascendencia común. También sirve como herramienta de apoyo para comprender mejor cómo se produce la variabilidad dentro de un grupo de organismos y los mecanismos de especiación, esto es, la formación de diferentes especies a partir de un ancestro común. Al mismo tiempo, la molécula de ADN[xxvii] es uno de los términos científicos mejor comprendido por la sociedad (Fundación BBVA, 2012). Además, su imagen más reconocible es la estructura de doble hélice, que se utiliza ampliamente en anuncios, campañas o logos corporativos.

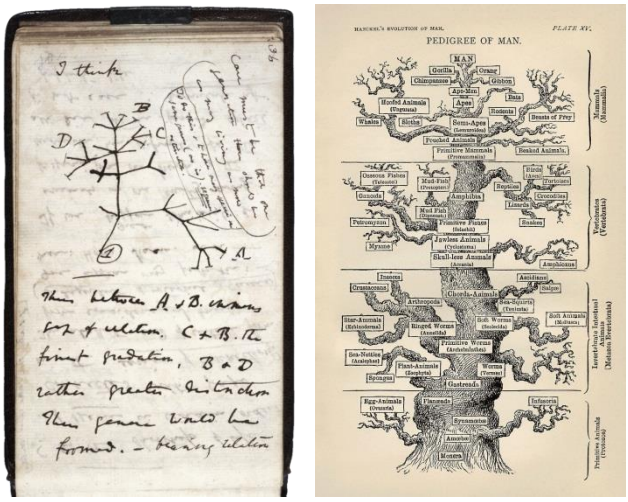


Figura 1. El árbol de la vida. Izquierda: Esquema del proceso de especiación en un cuaderno de Charles Darwin en 1837. Derecha: El árbol de la vida para explicar la evolución del hombre, según Ernst Haeckel en 1874 (Haeckel, 1874). Fuente: Google Images - Sin derechos de autor.

Sin embargo, aunque el árbol de la vida y el ADN se hayan convertido en un emblema no sólo de un concepto evolutivo sino de la ciencia en general, su comprensión por el público en general dista de ser la adecuada. Así, en el caso del árbol filogenético, si bien su imagen es conocida (y reconocida) y se entiende que las ramas implican un cierto parentesco, no existe un conocimiento pleno de su significado ni de sus implicaciones. Conceptos básicos asociados al árbol, como clado[xxviii], monofilia[xxix] o ancestro común, no se comprenden del todo, lo que puede entorpecer la correcta interpretación del mismo.

Por otra parte, el ADN también adolece de conocimiento real respecto al significado de las propias siglas, así como de los elementos que lo componen y de cómo éstos conforman la estructura de doble hélice.

Este desconocimiento no es, en modo alguno, baladí, pero tampoco único. Existe, de hecho, un cierto grado de desconocimiento –que no de interés- en la sociedad civil de lo que es la ciencia básica. Ésta se define como la ciencia que genera conocimiento puro con el único objetivo de aumentar nuestra sabiduría (Pielke & Byerly, 1998; Roll-Hansen, 2008). A diferencia de la ciencia básica, la ciencia aplicada utiliza dichos conocimientos para obtener productos, métodos y tecnología que están orientados a la mejora de la calidad de vida humana. La mayor parte de la ciencia que los medios de comunicación transmiten es aplicada. Noticias sobre vacunas contra el SIDA o la cura contra el cáncer suelen ser las

noticias más destacadas. Sin embargo, conocimientos científicos básicos esenciales quedan lejos del interés mediático, lo que genera una pobreza científica que es bastante aguda en el caso de la sociedad española (Fundación BBVA, 2012).

Una de las formas de combatir dicho desconocimiento en ciencia básica es la divulgación científica, es decir, la transmisión del conocimiento generado en la investigación de una forma fácil, asequible y atractiva para el público (Royal Society, 2006; Bultitude, 2011). Los argumentos para la implantación de la divulgación científica a nivel institucional se han resumido en los siguientes (Osborne, 2000; Roll-Hansen, 2008):

> Argumento utilitario: Los ciudadanos adquieren habilidades técnicas y conocimiento que pueden resultar útiles en algún momento de sus vidas o carreras profesionales.
>
> Argumento económico: Las sociedades avanzadas requieren una población activa suficientemente preparada a nivel tecnológico y científico.
>
> Argumento cultural: La ciencia representa un patrimonio común heredado y debería ser reconocido como parte de la cultura propia de un país.
>
> Argumento democrático: La ciencia está implicada en muchas de las grandes decisiones que afectan a la sociedad, por lo que es importante que los ciudadanos sean capaces de interpretar la información científica básica.

Para lograr que estas acciones de divulgación científica tengan éxito, la información proporcionada debe ser clara, concisa y de calidad. A la vez, es necesario atraer y conectar con el público, de manera que se genere un interés propio por descubrir más. En la actualidad, gracias al gran avance de las tecnologías, la imagen (a través del cine, reportajes, vídeos, internet u otras plataformas digitales) se ha convertido en un elemento indispensable a la hora de concebir planes y proyectos orientados a la divulgación científica (Bultitude, 2011). Debido a la dificultad de los conocimientos científicos (y más acusadamente, los generados en ciencia básica) y a la escasa cultura científica que tiene gran parte de la población, las imágenes y los nuevos medios tecnológicos son la herramienta perfecta para conseguir un completo entendimiento. En plena era digital, es esencial contar con diferentes plataformas para llegar al público, atraerlo y transmitir el conocimiento científico (Bultitude, 2011; National Research Council, 2011).

En el Instituto de Biología Evolutiva (UPF-CSIC) (https://www.ibe.upf-csic.es/) de Barcelona se llevan a cabo diversas labores de comunicación y divulgación científicas en el ámbito evolutivo con el objetivo de transmitir los conocimientos que se generan en las diferentes líneas de investigación básica que éste alberga. El laboratorio MulticellGenome

Lab (http://www.multicellgenome.com/), y concretamente, el investigador principal y yo, dentro del marco de mi doctorado, participamos en la realización de la exposición "Biología Evolutiva" en la sección Top Ciència del museo Cosmo Caixa de Barcelona (www.laCaixa.es/ObraSocial), expuesta desde Abril del 2016 hasta Marzo 2017.

El enfoque de buena parte de la muestra se centró, por tanto, en divulgar los conceptos científicos que usamos regularmente en la línea de investigación del MulticellGenome Lab. Nuestro laboratorio se centra en descifrar los mecanismos genéticos que explican uno de los momentos cumbres de la historia de la vida: el origen de los animales (organismos pluricelulares) a partir de los ancestros unicelulares. En esta ocasión decidimos divulgar dos conceptos básicos de la biología evolutiva: él árbol de la vida en sí mismo, y el uso del ADN como herramienta para generar un árbol que se acerque lo más posible a la historia evolutiva verdadera y que explique lo más fielmente posible la diversidad actual de organismos.

Objetivos

El objetivo principal de la exposición es la divulgación de la biología evolutiva usando como ejemplo la ciencia básica generada por el MulticellGenome Lab.

Los objetivos específicos fueron:

1. Entender conceptos básicos sobre evolución, por ejemplo clado, grupo monofilético, ancestro común o eucariota[xxx].

2. Comprender que tanto la diversidad animal como el resto de organismos eucariotas es mucho mayor de la que conocemos, y que sus relaciones evolutivas son actualmente descifradas gracias al uso del ADN mediante técnicas de biología molecular.

3. Atraer la atención del visitante a través de juegos audiovisuales, donde la imagen es el elemento crucial para la síntesis conceptual, impidiendo que el visitante sea un mero observador de la ciencia. El objetivo es generar una interacción a través de elementos visuales, donde el observador pueda ser el partícipe esencial de la misma.

Metodología

El método utilizado es un juego audiovisual e interactivo. Los avances en neurología y didáctica han demostrado que el juego predispone al aprendizaje y asienta conceptos, sobre todo en la población más joven (Williamson Shaffer *et al.*, 2005; Ping Lim, 2008;

Papastergiou, 2009; National Research Council, 2011). Por ello hemos aprovechado los avances en nuevas tecnologías para obtener dos juegos en los que los elementos audiovisuales hagan más atractiva y sencilla la adquisición de los conceptos complejos que se pretenden divulgar. Todos los contenidos visuales de la exposición, incluyendo ambos juegos, fueron realizados por las empresas 3DCUATRO (http://www.3dcuatro.com/) y Digalix (http://www.digalix.com/es/).

1. Juego 1 - Árbol filogenético

El contexto de esta primera sección es fundamentalmente evolutivo. Mediante el juego se pretende que el público entienda tres grandes conceptos:

1. Las ramas filogenéticas y los nodos de un árbol evolutivo.

   El significado de parentesco es intuitivo para el público general, pero no siempre se acaba de entender. Mediante la interacción del visitante con los elementos audiovisuales pretendemos que éste asiente los conceptos básicos de un árbol filogenético: parentesco, grupo monofilético y ancestro común.

2. La enorme biodiversidad que existe en la actualidad, a la vez que el gran desconocimiento que se tiene sobre la misma.

   A pesar de que los linajes mejor conocidos son animales, plantas y hongos, existe una enorme diversidad de seres vivos que nunca ha sido detectada. Esta diversidad desconocida la conforman en su mayor parte organismos unicelulares y que, por tanto, son microscópicos. El número de especies descritas de animales, plantas y hongos asciende a los 2 millones, sin embargo, la riqueza de especies de organismos unicelulares eucariotas se estima que varía varia entre cien mil y un millón (Pawlowski *et al.,* 2012; del Campo *et al.,* 2014).

3. Las técnicas de biología molecular y el uso de la secuencia de ADN son una herramienta vital que permite resolver las relaciones filogenéticas entre los distintos grupos de organismos.

Los estudios evolutivos clásicos utilizaban la morfología como la pieza angular mediante la cual resolver las relaciones filogenéticas entre grupos. El clásico ejemplo se muestra en la Figura 2. La observación y comparación de los huesos de las extremidades anteriores de diversos animales vertebrados permitió averiguar que todos ellos compartían un ancestro común. A estas estructuras que derivan de un carácter correspondiente en su ancestro común se le denominan estructuras homólogas y son la base funcional para realizar inferencias evolutivas.

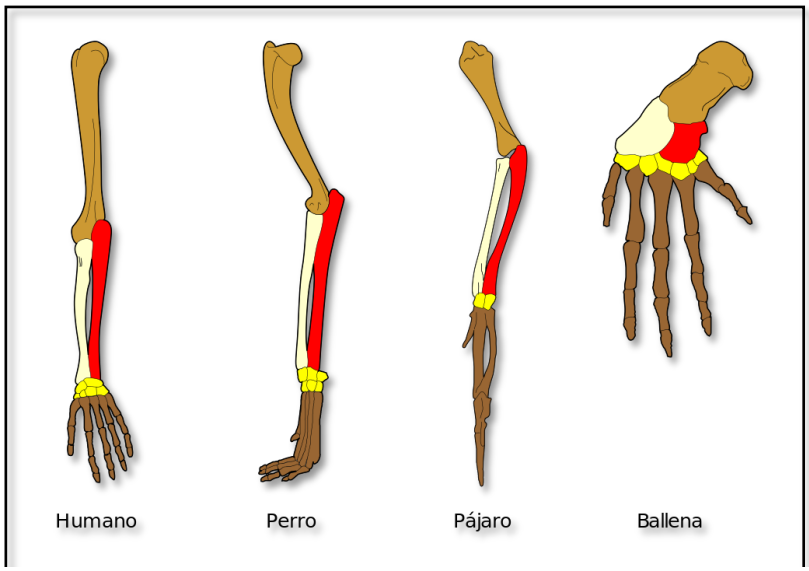


Figura 2. Homología de los huesos de las extremidades anteriores de varios vertebrados. Todos los huesos mostrados en color demuestran una ancestría común, a pesar de que la forma sea diferente debido a la adaptación a un estilo de vida diferente. Rojo: cúbito o ulna, Beige: radio, amarillo: carpos. Fuente: Google Images - Sin derechos de autor

Aunque los caracteres morfológicos aportaron la base en la que se cimentaron las primeras ideas evolutivas, en algunos casos su interpretación ha dado lugar a erróneas deducciones. El nacimiento de la biología molecular en las décadas de 1960 y 1970 permitieron el avance del uso de moléculas como el ADN como unidades evolutivas. Actualmente, el estudio de la secuencia de ADN está plenamente extendido en la comunidad científica (incluso a nivel forense y legal) ya que las ventajas que tiene frente a los caracteres morfológicos son notables:

- Todos los organismos poseen ADN, por lo que se considera una molécula universal. Por esta razón hay una inmensa cantidad de datos disponibles que cubren toda la diversidad de la vida, desde bacterias hasta insectos, plantas, hongos u organismos unicelulares. Por el contrario, algunos caracteres morfológicos pueden estar ausentes en ciertos linajes o no haber sido descubiertos (como en el caso de los fósiles).

- El ADN es una gran molécula que codifica toda la información posible para la supervivencia del organismo; por lo tanto es responsable tanto de los caracteres morfológicos que observamos como de caracteres internos que

escapan a nuestra percepción visual. Procesos que existen en los organismos pero que no son detectables visualmente (metabolismo, regulación genómica, etc.) pueden también aportar una información muy valiosa sobre la evolución de diferentes linajes.

- Algunos caracteres morfológicos han sufrido convergencia evolutiva, un proceso que hace que dos grupos no emparentados evolutivamente sí que lo parezcan sencillamente porque han adquirido el mismo carácter de forma independiente. Este proceso también denominado homoplasia ha dado lugar a erróneas interpretaciones.

- Por tanto, al no ser un elemento visual evidente, los caracteres moleculares no adolecen de la subjetividad innata del científico a la hora de estudiarlos como unidad evolutiva.

El visitante, por tanto, debe resolver un juego consistente en dos árboles filogenéticos, uno que abarca la diversidad de animales vertebrados y otro que muestra la diversidad de grupos eucariotas (Figura 3 y 4). Previo al juego, un vídeo explica algunos conceptos básicos de biología evolutiva que son necesarios para poder entender y realizar correctamente el árbol. Los dos árboles están parcialmente resueltos, por lo que el usuario tiene que completar los linajes que faltan de forma interactiva a través de una pantalla táctil (Figura 3). Con el objetivo de que resulte más didáctico y sencillo, se incluye información extra sobre cada uno de los organismos del árbol. Además, el juego muestra una pista si el visitante coloca un grupo de forma incorrecta y una breve explicación sobre el parentesco evolutivo si la colocación es correcta.

Figura 3. Interfaz gráfica del juego 1: Árbol filogenético de vertebrados. El juego se distribuye en una plataforma táctil, donde los usuarios tienen que ir arrastrando cada especie hacia la posición correspondiente. Tocando cada especie y el símbolo de lupa se obtiene una información más extensa sobre dicho organismo. Fuente: Elaboración propia.

En esta sección, la imagen se utiliza como medio para atraer al visitante y hacerle participar. Las imágenes representativas de diversos grupos animales sirven para conectar con el observador, a la vez que las imágenes de organismos más desconocidos generan inquietud al no saber qué relación tienen con el resto de grupos. La imagen en este juego es muy importante para conectar, crear contrastes y desmontar ideas preconcebidas sobre la evolución.

1.1. Árbol filogenético de vertebrados

Mediante este árbol se hace una primera aproximación a los conceptos de biología evolutiva más básicos. Dado que es un árbol filogenético que cubre la diversidad de animales vertebrados, se espera que el público conecte más fácilmente y le sea más fácil

resolver el árbol. Es probable que el visitante no conozca las relaciones evolutivas entre los grupos, pero definitivamente conoce los animales que engloban (Figura 3).

Figura 4. Posición de los Cetáceos dentro del árbol. Este clado es uno de los más útiles para desmontar ideas previas erróneas sobre la evolución de los mamíferos y para mostrar cómo las técnicas moleculares ayudan a resolver mejor las filogenias. Fuente: Elaboración propia.

El árbol filogenético se preparó de forma que el público pueda sorprenderse por las relaciones evolutivas entre ciertos grupos de animales. Un claro ejemplo es la posición de los cetáceos dentro del árbol (Figura 4). Esperamos que la gente los agrupe junto a los Sirénidos (manatíes) por el hecho de ser mamíferos acuáticos. Sin embargo, tal y como han probado las filogenias moleculares (corroboradas posteriormente por algunos caracteres morfológicos), los cetáceos son grupo hermano de los artiodáctilos (el grupo que incluye a los cerdos, jirafas, vacas, ciervos, antílopes, camellos entre otros) (Agnarsson & May-Collado, 2008; Zhou *et al*., 2011).

1.2. Árbol filogenético de eucariotas

Una vez resuelto el árbol anterior, el visitante tiene la opción de realizar uno más difícil: un árbol que cubre la diversidad de todos los organismos eucariotas. Puesto que la mayoría de los grupos son prácticamente desconocidos por el público general, nuestro foco principal es eliminar la idea preconcebida y errónea de que hongos y plantas están más próximos evolutivamente que hongos y animales (Figura 5). Sin duda, este es un juego para visitantes con un cierto nivel de interés y curiosidad, razón por la cual lo dejamos como opcional.

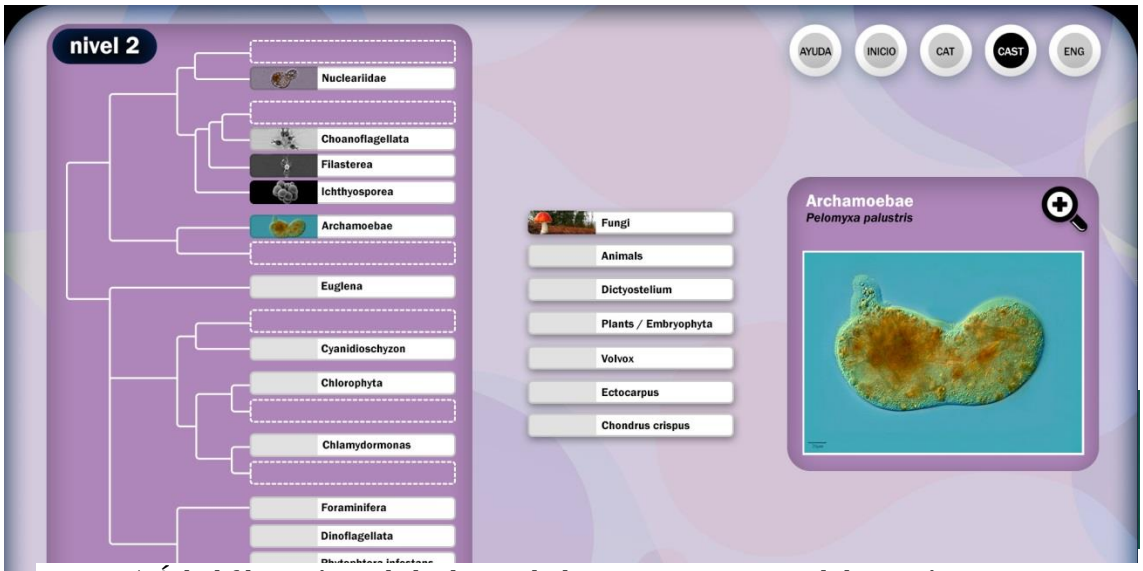


Figura 5. Árbol filogenético de la diversidad eucariota. Fuente: Elaboración propia.

2. Juego 2 - ADN y Biología molecular

El objetivo de este segundo juego es adentrarse dentro de lo que es, a nivel metodológico/tecnólogico, la obtención del genoma de un organismo. El concepto de genoma es ampliamente conocido y la población está familiarizados con el término (Fundación BBVA, 2012), pero sin embargo, poca gente conoce cómo se obtiene y qué técnicas se utilizan.

En esta sección, los elementos audiovisuales son esenciales, puesto que se utilizan como herramienta ejemplificadora de la realidad científica. Mediante las imágenes se representan los objetos que se utilizan en un laboratorio de forma rutinaria, como pipetas, guantes o placas. La obtención de un genoma y su análisis posterior son procesos muy difíciles de llevar a cabo, y que normalmente involucran una gran inversión de tiempo, personal y recursos. Mediante este juego interactivo, la imagen sirve para entender una parte de la biología molecular que normalmente escapa al público general debido a su complejidad y abstracción.

2.1. Rol de científico: ¿Cuánto nos parecemos a un microorganismo?

Este juego digital tiene como objetivo que el usuario se sienta como un científico y realice todos los pasos que son necesarios para obtener el genoma de un organismo unicelular, *Sphaeroforma artica*.

Tras unas pantallas de introducción al juego y explicación del organismo que se va a estudiar, el usuario debe completar los siguientes pasos para poder realizar todo el proceso:

1. Preparación para entrar en el laboratorio
2. Cultivo de un organismo unicelular
3. Aislamiento del ADN
4. Comparación de las secuencias de ADN

En cada uno de los pasos, al usuario se le pide que interactúe como si fuera un investigador (Figura 6).

Figura 6. Visitantes del CosmoCaixa jugando a "¿Cuánto nos parecemos a un microorganismo? La plataforma digital, junto con las imágenes y el sonido permite que todo el juego se desarrolle de una forma más amena y agradable para los usuarios, y que los conceptos perduren incluso en el público infantil y juvenil. Fuente: Digalix

Conclusiones

En el proceso de la divulgación científica, las instituciones, ya sean públicas o privadas, son las encargadas principales de generar oportunidades, espacios y recursos para poder llevar a cabo dichas actividades divulgativas. Un buen ejemplo es el museo CosmoCaixa de Barcelona donde actualmente se muestra la exposición 'Biología Evolutiva'. Inaugurado en el año 2004 y con más de 9 millones de visitantes, este museo es una referencia a nivel nacional y europeo para la divulgación de la ciencia de forma interactiva y moderna (CosmoCaixa, 2015).

Sin embargo, el otro foco fundamental de la divulgación científica es, sin duda, el origen de la misma: la propia investigación. Desde esta perspectiva, la responsabilidad recae en los científicos y en su capacidad de sintetizar, abstraer y comunicar las ideas hacia el resto de la sociedad. Al ser conscientes de nuestro papel como investigadores, de la

responsabilidad que tenemos con la ciudadanía y de la necesidad de que la ciencia sea un pilar en la sociedad decidimos realizar esta exposición, amparados por el Instituto de Biología Evolutiva (UPF-CSIC) de Barcelona. Con el objetivo de lograr una óptima transferencia del conocimiento, se diseñaron dos juegos que reflejasen cada una de las imágenes icónicas elegidas (árbol de la vida y ADN). El primer juego permite adquirir conceptos sobre los árboles evolutivos y la importancia de los datos moleculares para su construcción, mientras que con el segundo se aprenden las técnicas utilizadas para obtener y analizar el ADN de un organismo y compararlo con otro (proceso base de la filogenia molecular). La combinación de ambos juegos permite recorrer adecuadamente este campo de investigación. El visitante abarca desde la esencia más teórica, abstracta e incluso histórica de la biología evolutiva hasta una parte mucho más práctica y real sobre el estudio de la evolución hoy en día. Creemos que mediante esta doble vertiente el conocimiento transferido es mucho más pleno y perdurable en el tiempo.

Por último, como parte esencial de la comunicación científica, es evidente que su éxito en la actualidad radica, en gran parte, en el uso de los nuevos recursos tecnológicos y digitales. Sin embargo, medir el nivel de conocimiento integrado por el público y, por tanto, el éxito de la exposición, es difícil de cuantificar. Siguiendo la línea de medios digitales, incluimos un breve cuestionario al final de la exposición. No obstante, dado que la muestra sigue abierta, los datos no pueden hacerse públicos. Esperamos poder analizarlos una vez concluida la exposición y, de esta forma, obtener conclusiones más concretas sobre los conocimientos asimilados y/o de las áreas que quedan aún por trabajar.

Finalmente, acciones de divulgación como esta exhibición permiten que las imágenes icónicas de la ciencia, aquellas como las clásicas del árbol de la vida, simbólicas pero obsoletas, se actualicen y adquieran pleno significado real y actual. Supondrá un logro tanto para esta exposición como para la divulgación científica básica en general si dichas imágenes dejan de ser solamente un símbolo y pasan a ser un concepto completamente integrado y entendido por la sociedad.

Agradecimientos

Agradecemos profundamente el desarrollo de esta exposición al Instituto de Biología Evolutiva (CSIC-UPF) por apoyar y fomentar este tipo de iniciativas. Concretamente, a Jordi Lanuza, responsable de comunicación científica, y que tanto nos ayudó a la concepción y desarrollo de toda la exposición. Nuestro agradecimiento a Alejandro Pérez Jiménez de la Caixa, por sus útiles consejos y recomendaciones a nivel biológico. Asimismo, al equipo de 3DCUATRO por su profesionalidad, cercanía y, sobre todo, por

aguantar con tanta paciencia nuestras "exigencias" científicas. Y, por último, al equipo del CosmoCaixa que acogió con tanto entusiasmo la exposición.

Referencias

Agnarsson, I. & May-Collado, L. (2008). The phylogeny of Cetartiodactyla: The importance of dense taxon sampling, missing data, and the remarkable promise of cytochrome b to provide reliable species-level phylogenies. Molecular Phylogenetics and Evolution, 48, 964-985.

Bultitude, K. (2011). The why and how of science communication. In: Rosulek, P., ed. Science Communication. Pilsen: European Commission. http://www.ucl.ac.uk/sts/staff/bultitude/KB_TB/Karen_Bultitude_-_Science_Communication_Why_and_How.pdf

CosmoCaixa. (2015). Datos generales de CosmoCaixa Barcelona; Resultados y análisis de los públicos. Barcelona: Obra Social "la Caixa". https://obrasociallacaixa.org/documents/10280/267073/datos_generales_cosmocaixa_2015_es.pdf

Del Campo, J., Sieracki, M.E., Molestina, R., Keeling, P., Massana, R. & Ruiz-Trillo, I. (2014). The others: our biased perspective of eukaryotic genomes. Trends in Ecology & Evolution, 29 (5), 252-259. http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2014.03.006

Fundación BBVA. (2012). Estudio internacional de "cultura científica" de la Fundación BBVA. Madrid: Departamento de Estudios Sociales y Opinión Pública (BBVA). http://www.fbbva.es/TLFU/dat/comprension.pdf

Haeckel, E. (1874). Anthropogenie: oder, Entwickelungsgeschichte des Menschen. Leipzig: W. Engelmann.

National Research Council. (2011). Learning with simulations and games. En Margaret A. Honey and Margaret L. Hilton, Eds. Learning Science through computer games and simulations (pp. 25-55). Washington, DC: The National Academies Press.

Osborne, J. (2000). Science for citizenship. En Osborne, J. & Monk, M. Good practice in science teaching: what research has to say (pp. 46-55). Buckingham: Open University Press.

Papastergiou, M. (2009). Digital game-based learning in high school computer science education: impact on educational effectiveness and student motivation. Computers & Education, 52, 1-12.

Pawlowski, J., Audic, S., Adl, S., Bass, D., Belbahri, L., et al. (2012). CBOL Protist Working Group: Barcoding Eukaryotic Richness beyond the Animal, Plant, and Fungal Kingdoms. PLoS Biology, 10 (11): e1001419. doi:10.1371/ journal.pbio.1001419

Pielke, R.A. & Byerly Jr, R. (1998). Beyond basic and applied. Physics Today (February), 42-46.

Ping Lim, C. (2008). Global citizenship education, school curriculum and games: Learning Mathematics, English and Science as a global citizen. Computer & Education, 51, 1073-1093.

Roll-Hansen, N. (2008). Why the distinction between basic (theoretical) and applied (practical) research is important in the politics of science. London: The London School of Economics and Political Science. http://www.lse.ac.uk/cpnss/research/concludedresearchprojects/contingencydissentinscience/dp/dproll-hansenonline0409.pdf

The Royal Society. (2006). Survey of factors affecting science communication by scientists and engineers. London: The Royal Society. https://royalsociety.org/~/media/Royal_Society_Content/policy/publications/2006/1111111395.pdf

Williamson Shaffer, D., Squire, K.R., Halverson, R. & Gee, J.P. (2005). Video games and the future of learning. Wisconsin Center for Education Research, 2005-4.

http://www.academiccolab.org/resources/gappspaper1.pdf

Zhou, R., Xu, S., Yang, Y., Zhou, K. & Yang, G. (2011). Phylogenomic analyses and improved resolution of Cetartiodactyla. Molecular Phylogenetics and Evolution, 61, 255-264.

3D, 360 Grados y Periodismo Inmersivo. La influencia de la innovación tecnológica en la representación documental y el lenguaje audiovisual

Rafael Marfil-Carmona

Profesor

Facultad de Ciencias de la Educación, Dpto. Expresión Musical, Plástica y Corporal. Universidad de Granada. Campus de Cartuja, S/N, Granada (España) CP 18006 Tlfn: + 34 958246351 Email: rmarfil@ugr.es

Resumen

La innovación tecnológica fue la base del propio nacimiento del cine y, en los años sucesivos, un factor clave de la representación audiovisual. Los medios audiovisuales asumieron la función de testimonio y reflejo de la realidad que tuvo la fotografía desde su origen, vinculada siempre a un valor documental y, por su rigor, también científico. Además de conocer realidades lejanas, el avance en los sistemas ópticos permitió descubrir algunas realidades próximas, pero imperceptibles para la vista humana por su reducido tamaño. En la actualidad, diferentes innovaciones tecnológicas como las tres dimensiones (3D) y el fenómeno de grabación y recepción 360º, están suponiendo un paso más, con una influencia determinante en la narrativa audiovisual, cuyas bases se están transformando debido al nuevo rol que asumen los públicos prosumidores, que pueden participar activamente en el diseño de una representación distinta de la realidad. Además, es un fenómeno de una gran incidencia, que está llegando más allá de entornos profesionales, con sistemas de registro y edición cada vez más accesibles por parte de la ciudadanía en general. En este texto se analizan dos casos vinculados con el lenguaje audiovisual, mediático y documental, como son la plataforma with.in y el denominado periodismo inmersivo puesto en práctica por The New York Times Magazine, con el análisis detallado del documental Walking New York (Chirs Milk & Zach Richter, 2015).

Palabras clave

3D, grabación 360º, periodismo inmersivo, documental, narrativa audiovisual, representación audiovisual.

Abstract

Technological innovation was very important in the birth of cinema, representing, in the following years, a key factor in the audiovisual representation. Audiovisual media were testimony and representation of reality. In this context, photography has always been linked, from its origin, to documentary and scientific value. Besides knowing distant realities, advances in optical systems allowed to discover some very close realities, but imperceptible to the human eye because of its small size. At present, various technological innovations such as three-dimensional (3D) and the phenomenon of recording and receiving 360 degrees, are generating decisive changes. These technologies have an important influence on the audiovisual narrative, whose bases are being transformed due to the new role assumed by prosumers public, they can actively participate in the design of a different representation of reality. This phenomenon is reaching beyond professional contexts, recording and editing systems accessible by the general public. In this paper they are studied two related cases with the audiovisual, media and documentary language: the with.in platform and called Immersive journalism by The New York Times Magazine, with detailed analysis of the documentary "Walking New York" (Chris Milk & Zach Richter, 2015).

Key words

3D, recording 360º, immersive journalist, documentary, audiovisual narrative, audiovisual representation.

Introducción

Un nuevo sistema tecnológico emerge en el preciso instante en el que la revisión y correcta conservación de lo filmado puede hacernos temer la “muerte del cine”, en una progresiva “disolución hacia la nada” de lo que millones de espectadores han mirado o están mirando en este preciso instante (Cherchi Usai, 2005, p. 109). En otras palabras, la innovación llega cuando se tiene la certeza de que está todo inventado, de que hay que consolidar un medio de expresión cuyas creaciones son efímeras, a pesar de su carácter digital. Esa premisa sirve como punto de partida para analizar, en este texto, dos casos que muestran la transformación que supone, para el lenguaje audiovisual, la implementación de las tecnologías 3D y, sobre todo, de la nueva grabación 360º. En concreto, se estudia una

plataforma para producción y visionado, profundizando en una producción concreta como ejemplo.

La base de la inmersión audiovisual o realidad virtual, a la que se hace referencia en este estudio, es la grabación y reproducción de vídeo esférico, entendido como

> … la grabación de una escena real en todas las direcciones y al mismo tiempo. Esto permite al espectador verlo en su ordenador y controlar tanto la dirección del visionado como su velocidad. El vídeo se convierte en los ojos del espectador que a través del ratón u otro dispositivo puede mirar arriba, abajo y a los lados. Todos los puntos de vista al alcance del espectador, que se convierte en parte activa del vídeo ya que tiene la posibilidad de elegir cuál es la dirección a la que quiere mirar.[xxxi]

En este trabajo, no hay que confundir el término 360º con su acepción aplicada al marketing y a la publicidad, bastante vigente en nuestros días, como resultado de la sinergia de medios en la comunicación integral. Igualmente, se descartan en este estudio las posibilidades de integración total en un solo encuadre fotográfico (Figura 1), como una imagen fija que fusiona los 360º sin que se pueda explorar en el visionado de forma interactiva, un desarrollo específico de estos sistemas de grabación que, en la mayor parte de los casos, es una síntesis en pantalla para plataformas de visionado que no permiten dicha opción interactiva. Esa "deformación" obligada de la realidad, basada en la síntesis combinada de encuadres, constituye una transformación desde el punto de vista estético y compositivo.

La verdadera innovación, al menos en lo que tiene que ver con el proceso comunicacional, se basa en la aplicación que permite la interactividad para explorar a lo largo del visionado, siguiendo el modelo *Street View* de Google[xxxii]. Los casos estudiados en este análisis son la plataforma Within[xxxiii] y un ejemplo de producción audiovisual enmarcado en dicho proyecto: Walking New York[xxxiv] (Chris Milk & Zach Richter, 2015), elaborado por The New York Times Magazine, en su sección para creaciones de realidad virtual (NYTVR). El documental se desarrolla en una línea similar que cualquier otra producción disponible, como el caso de A History Of Cuban Dance[xxxv] (Lucy Walker, VRSE.Works, 2016), seleccionada en la sección *NF VR Experience* el Festival de Cine de Sudance en 2016[xxxvi], entre otras producciones similares.

Figura 1. Síntesis visual de los 360º en un solo encuadre, disponible sin posibilidades de exploración en determinados contextos. Se trata de la imagen promocional de una producción de With.in: A History of Cuban Dance (Lucy Walker, 2014). Fuente: http://with.in/images/projects/191-CUBAN_DANCE.jpg (Fecha de consulta: 01/10/2016).

En un contexto de avances tecnológicos en todos los ámbitos y, especialmente, en lo que están relacionados con las tecnologías de la imagen, es importante averiguar las claves relativas a la transformación del lenguaje audiovisual como resultado de la implementación de esas tecnologías.

No está claro si la tecnología audiovisual del siglo XXI avanza hacia la representación hiperrealista del entorno físico o, en su caso, hacia una deformación especialmente sofisticada que, como paradoja, puede llegar a hacer más evidente la distinción entre imagen y realidad, poniendo en revisión las escalas de iconicidad que son, hoy día, un referente en Teoría de la Imagen, como la elaborada por Abraham Moles (1975, p. 335), revisada por Justo Villafañe y Norberto Mínguez (1996, pp. 39-42). Las nuevas producciones audiovisuales pueden alterar esos grados de semejanza entre la imagen en pantalla y el referente representado. Constituyen, en resumen, una nueva forma de representar audiovisualmente la realidad y, por ello, un nuevo modo de contar historias.

Estudio de casos centrado en la inmersión visual

En comunicación audiovisual, el concepto de inmersión está llegando a su plenitud gracias a la tridimensionalidad y a la grabación de fotografía y vídeo 360 grados, una vertiente específica de la realidad virtual (Virtual Reality VR). Las técnicas mencionadas constituyen, indudablemente, de un avance considerable, sobre todo en el posible uso conjunto que puede implementarse a corto plazo. El uso diario y el acceso masivo de las Smart TV actuales y, sobre todo, de los dispositivos móviles, conlleva cambios sustanciales que, tras una propuesta previa de aspectos claves en la narrativa, son contrastados en este análisis mediante dos estudios de caso: por un lado, una de las principales aplicaciones para descarga en dispositivos móviles, como es Within, convertida en plataforma para el visionado y para la difusión de este tipo de contenido por parte de empresas profesionales del documental y de la producción audiovisual. Por otro lado, se analiza uno de los documentales más destacados, como ejemplo de las posibilidades de desarrollo que conlleva, en sí misma, la implementación de estas tecnologías. Se trata, en resumen, de una propuesta teórica, apoyada en el análisis cualitativo de algunos ejemplos que, siendo hoy innovadores, pueden convertirse en tendencia a corto plazo. En estos años, se están transformando tanto la praxis como la teoría de la Narrativa Audiovisual.

Objetivos

Respondiendo al propósito principal de identificar los cambios más relevantes en el lenguaje audiovisual, gracias a las tecnologías 3D y 360º, este trabajo se centra además a los siguientes objetivos:

- Identificar los aspectos esenciales que constituyen un cambio en la narrativa audiovisual, como resultado de la implementación de esas nuevas tecnologías.
- Valorar la aplicación de nuevas estrategias discursivas, tanto en el ámbito de la ficción como en el documental o informativo, realizando un estudio cualitativo como prueba de contraste de estas premisas teóricas.
- Establecer nuevas bases epistemológicas para el análisis y la comprensión de este nuevo modelo de producciones audiovisuales, iniciando una reflexión en torno a la influencia en la actual Teoría de la Imagen y en los conceptos clásicos de la perspectiva y la tridimensionalidad.

- Hacer hincapié especialmente en el género documental y en las posibilidades de este modelo de representación audiovisual para la divulgación científica.

Metodología

Planteado como análisis cualitativo de experiencias en comunicación social, el presente estudio de casos se basa en un marco deductivo de trabajo analítico que, partiendo de la elaboración de premisas teóricas, resultado de una valoración de las posibles transformaciones que conlleva el uso de estas tecnologías, inicie una línea investigadora basada en la realidad de la praxis audiovisual, tanto en la creación como en la percepción. Se trata de una línea de trabajo deductiva, basada en descubrir las premisas que siguen teniendo validez tras someterse a los requerimientos de la práctica (Popper, 1965, p. 32), considerando en este campo esa dimensión práctica el estudio en profundidad de casos que, tanto por su notoriedad como por su carácter innovador, pueden considerarse relevantes.

El análisis visual y audiovisual debe conducir hacia la consideración de esas nuevas claves discursivas que están transformando la narrativa audiovisual, entendiendo este ámbito, sobre todo, desde su dimensión pragmática, es decir, la relación de los signos con sus intérpretes y usuarios desde la consideración del texto como un fenómeno comunicativo (García Jiménez, 1993, p. 77).

Por todo ello, en este trabajo se consideran determinantes los nuevos sistemas de representación audiovisual, ejerciendo una considerable influencia en la que no debe perderse de vista la dimensión ética, sobre todo en el documental y la divulgación científica. Así, se debe tener en cuenta que

> … hay una ética del relato, de la narración que exige obligaciones pragmáticas entre autores y lectores, que promueve creatividad y requiere normatividad en sus actuaciones, es decir, cada tipo de texto exige básicamente unas obligaciones pragmáticas entre autores y lectores, que promueve creatividad y requiere normatividad en sus actuaciones, es decir, cada tipo de texto exige básicamente unas obligaciones pragmáticas: decir la verdad, conceder credibilidad, ser fiel a las lógicas del relato y compartir verosimilitud; según se trate de relatos históricos o ficcionales, respectivamente. (García García, 2011, p. 33).

Sobre esa idea de verosimilitud como hipótesis en torno al valor de estas tecnologías, se inicia lo que supone un primer paso en el análisis de experiencias. El sentido de este estudio tiene muy presente, por tanto, esa "ética del relato". Igualmente, es importante

destacar que se trata de una aproximación ensayística a una línea de análisis que, por el carácter innovador de las experiencias estudiadas, debe complementarse en el futuro con el análisis de tendencia y la implementación como contraste de metodologías cuantitativas.

1. Bases teóricas. La tecnología al servicio de la veracidad

1.1. Apariencia de realidad y percepción activa

La tecnología ha sido valorada, a lo largo de la historia de los medios visuales y audiovisuales, como una garantía de fiabilidad y credibilidad. Fue el caso de la propia fotografía, resultado de esa innovación tecnológica, aunque desde el principio existieron reservas ante la idea de realismo absoluto:

> Cuanto más tentados estemos de encontrar vínculos profundos entre el fenómeno Realismo y el fenómeno Fotografía, más necesario será cuidarse de explotar aquello que podría ser nada más que un encuentro casual (Benjamin, 2011[1931], p. 52).

Aunque la imagen fotográfica nunca ha dejado de ser utilizada como testimonio o documento social (Freund, 2001[1974]), fue pasando también a instrumento para "transformar la realidad" (Marfil-Carmona, 2015, p. 499). El análisis teórico sobre este medio nunca ha dejado de considerar la relatividad del significado, destacando la dimensión activa de la percepción (Eco, 1979 y 1987), consolidada hoy día en una cultura digital en la que la audiencia ha adquirido una dimensión participativa, integrada por lo que pueden denominarse *prosumers* (Toffler,1980) o EMIREC (Cloutier, 1975), conceptos que vinculan la vertiente perceptiva con la dimensión activa y creadora.

Se muestra el fuera de cuadro

En los casos expuestos, no solo la divulgación de los sistemas de grabación es cada vez mayor, sino que una producción 360º exige interactuar modificando el encuadre, indagando, haciendo que se muestre lo que inicialmente está en fuera de campo, que coincide con la denominación de fuera de cuadro, es decir, pone en común lo que imaginamos como parte de la diégesis con lo que se encuentra *de facto* tras los límites del encuadre inicial, invalidando lo que ha sido "un instrumento manipulador y creativo de gran fuerza" (Fernández Díez y Martínez Abadía, 2000, p. 40). No obstante, siempre hay un

fuera de cuadro, es decir, un espacio no representado. Se trata de aquella realidad geográfica a la que no llega la cámara.

En definitiva, se estimula la curiosidad y la acción participativa, destinada a modificar visualmente el encuadre y la perspectiva. Un ejemplo claro es la posibilidad de transformar un plano picado en su opuesto, un contrapicado que nos ofrezca nueva información visual. Se trata de un recurso especialmente relevante para conocer detalles ajenos a la voluntad del realizador o la realizadora de esa producción. Pueden pasar desapercibidos en la creación, pero no en un visionado minucioso. Esta opción permite revisar detalles que, inicialmente, no tienen nada que ver con la historia narrada. No es casual la potencialidad de estos sistemas de grabación para usos en contextos de seguridad. La grabación 24 horas y 360º permite la vigilancia de cada rincón de una sala. En esa percepción global, la grabación del ambiente sonoro lleva ventaja a la imagen.

La imprescindible capacidad crítica

La mayor proximidad formal con la realidad hizo cada vez más necesario el refuerzo de una postura crítica en torno a los procesos de representación mediática que, como parte del sistema, podrían provocar la confusión entre imagen y realidad. Roberto Aparici hace referencia a la idea de construcción a través de la realidad mediática:

> La producción de un mensaje conlleva construir una nueva realidad, al punto de que podemos hablar de una realidad inventada, de una realidad donde se crean metáforas y grandes relatos sobre la sociedad y el mundo. (Aparici, 2010, p. 15)

No hay que perder de vista que ninguna tecnología es más idónea para esa construcción que la apoyada en la tridimensionalidad y en la multiperspectiva, aunque en el nuevo relato es imprescindible la actividad del internauta o espectador/a. El visionado de una película 3D, además de estar sometido a la idea barthiana del dispositivo de recepción, entendido en muchos casos como la situación física de los/las espectadores/as ante la pantalla (Aumont, 1992, p. 143), ejerce en el público una estimulación perceptiva particular. Por medio de un sistema óptico de doble captación y emisión de la imagen, se hace innecesaria la traducción cognitiva y cultural de lo bidimensional a lo tridimensional, explicada por los tratados clásicos de dibujo y representación pictórica, desde Leonardo Da Vinci (2005[1498]) o Pestalozzi (1986[1801]) hasta Kandinsky (1995[1952]. Ya no hace falta reforzar la sensación de profundidad desde un encuadre basado en dos dimensiones, aunque la base sigue siendo, como es propio del cine, un nuevo engaño de la visión.

Gamificación e interactividad

La cultura digital, convertida hoy día en un complejo entramado de hipermediaciones (Scolari, 2008), está haciendo posible, en cierta medida, el acceso a los medios, algo que siempre ha formado parte de la esencia fundacional de la Educación Mediática (Freire, 1970; Kaplún, 1998). A la ventaja técnica, que incluye la capacidad para compartir imágenes de alta resolución, además de la nueva realidad inmersiva, se une la dimensión humana que como resultado del conectivismo (Siemens, 2004), impulsa la preeminencia del "Factor R-elacional" como eje central de las redes psicosociales (Marta-Lazo y Gabelas, 2016, p. 86). A esa dimensión humana y a la idea de conectividad, hay que unir los nuevos factores que transforman en profundidad los cambios de lenguaje y narración en la comunicación audiovisual contemporánea. En este contexto de uso, la tecnología es una aliada exclusivamente técnica y visual, pero que tiene una enorme trascendencia comunicacional y social.

1.2. Cambios en la narrativa audiovisual

Las bases del cine se han centrado, desde que fue descubriendo su propia esencia como lenguaje y medio de expresión, en la idea de secuencialidad, posible gracias a la combinación de planos. Las referencias clásicas a la función creadora de la cámara (Martin, 2008[1955]), han incidido siempre especialmente en los encuadres, los tipos de plano, los ángulos de toma o los movimientos de cámara, decisiones ante la denominada puesta en escena que, a través del montaje, hacían posible la puesta en serie, lo que permitía, en muchos casos, articular un mundo en forma de estructura narrativa, es decir, de relato (Carmona, 2003, p. 184).

De hecho, Gilles Deleuze, al desarrollar la idea de montaje en su concepto de imagen-movimiento, recordaba algo supuestamente evidente: "Desde el principio hasta el final del film algo cambia, algo ha cambiado" (1984, p.51). Efectivamente, esa base del cine en cuya importancia Eisenstein nunca dejó de insistir (1991[1938]) puede ser, precisamente, la que se transforma en una toma 360º, ganando de forma sincrónica lo que antes requería de una evolución en el tiempo.

La tecnología afecta a las bases de la Teoría del Cine y a los fundamentos de la realización, concebida como "… el proceso creativo y mecánico que nos conduce a la puesta en pantalla de un producto audiovisual" (Castillo, 2013, p. 527). En este sentido, se resumen a continuación algunos de los cambios trascendentales que conlleva la incorporación del 3D y de la grabación 360º para generar lo que se considera realidad inmersiva. Se podría afirmar que nos alejaríamos así de la realidad fragmentada que parecía marcar una tendencia en el cine contemporáneo de finales del siglo XX (Schmidt Noguera, 2008, pp.

203-204), aportando una nueva realidad unificada visualmente, con cabida en un solo encuadre. Las claves del cambio que se exponen a continuación constituyen un punto de partida para el análisis y para el debate:

- La tecnología 3D transforma el tradicional concepto de la representación de la tridimensionalidad, influyendo en algunas bases de la cultura visual, como la perspectiva. Además, el dispositivo de recepción es diferente en los casos en los que requiere un uso de gafas especiales.

- La base de la producción audiovisual inmersiva, 360º, es la exploración y la interactividad real por parte de los/las espectadores/as. Es un nuevo sistema comunicacional que exige esa dimensión activa.

- Esa interactividad se basa en transformar encuadre y perspectiva, lo que conlleva por parte de la audiencia tomar responsabilidades en el propio sentido de la fotografía y el montaje. Es posible que esas responsabilidades se deleguen, parcialmente, del emisor al receptor. Hay consecuencias concretas: la existencia de planos más estáticos, ya que el movimiento será, habitualmente, una panorámica vertical u horizontal generada durante el visionado.

- Abundan los angulares, dada la necesidad técnica de integración de ópticas. Esto conlleva un estilo estético concreto, haciendo difícil jugar con la profundidad de campo. También hay algunas dificultades con el movimiento de personajes dentro de la escena, ya que crea fallos de rácord visual. Es posible que se tienda a un movimiento moderado de esos personajes, dentro del ángulo de la toma.

- La amplitud de la toma puede influir en la indagación de nuevas técnicas de fuera de campo, como el desenfoque o traslapo y, sobre todo, el espacio interno en off.

2. Estudios de caso

Se exponen a continuación algunos ejemplos específicos de producción audiovisual basada en la aplicación de diferentes innovaciones tecnológicas, que incorporan no solo la posibilidad de modificar la perspectiva e incluir una sensación tridimensional, sino de incorporar una angulación de 360º. Las referencias de este trabajo se basan en la exposición de casos por parte de Raquel Quílez, responsable de ediciones multimedia del diario español El Mundo y, posteriormente, en ABC.es, en las XXI Jornadas de Comunicación del Colegio Mayor Albayzín (Granada)[xxxvii]. El debate surgido en torno a la

profunda transformación que conlleva el uso de estas tecnologías ha generado la elaboración de este texto.

Se detalla, en un principio, un ejemplo de aplicación gratuita para dispositivos móviles, como es el caso de Within, profundizando posteriormente en el uso de ese tipo de herramientas por parte de medios informativos de prestigio como New York Times, contrastando y validando las transformaciones lingüísticas, comunicacionales y narrativas señaladas previamente en la fundamentación teórica.

Existe en este planteamiento, por tanto, una doble consideración de caso. Por una parte, la descripción y valoración de la herramienta, fundamental por su facilidad de uso para el visionado en dispositivos móviles. Por otro, el uso de este tipo de tecnologías por parte de medios de prestigio, cuya generación de contenidos es, hoy día, no solo visual o audiovisual, sino multimedia e hipermedia. Todo ello, bajo la heterogénea denominación de periodismo inmersivo y realidad aumentada.

2.1. Within. El acceso universal a la grabación 360º

El documental y la divulgación científica han encontrado la posibilidad de plantear una nueva forma de narrar determinadas situaciones, ampliando las posibilidades de exploración visual por parte de la audiencia. En primer lugar, con más trascendencia incluso que un ejemplo concreto de producción, destacan las nuevas plataformas que lo hacen posible. Éstas favorecen la posibilidad de acceso universal y, en muchos casos, gratuito, mediante la instalación de software para dispositivos móviles que permiten el visionado de audiovisuales considerados inmersivos, catalogados en muchos casos como realidad virtual (VR). Un ejemplo es la *app* Within, sinónimo de *inside*, que en español viene a significar adentro, es decir, que hace referencia en su propia denominación a la capacidad de adentrar al espectador o a la espectadora en la grabación realizada.

Esta aplicación está disponible para dispositivos móviles de IOS y ANDROID, siendo resultado del incremento exponencial del consumo de contenidos desde el propio dispositivo móvil, con el valor añadido de la pantalla táctil para explorar e interactuar. Se trata, según indica la información de la propia página web[xxxviii], de un proyecto del realizador audiovisual Chris Milk y del experto en tecnología Aeron Koblin, con el objetivo de experimentar las posibilidades de lo que puede denominar narración envolvente o *immersive storytelling*.

Al fin y al cabo, es un ejercicio de multidimensionalidad, desde el punto de vista visual, apoyado en la tendencia ya señalada a la permanente narración de historias por parte de personas, grupos, empresas, instituciones y medios de comunicación. Es una herramienta

que usan corporaciones como Apple; The New York Times en su edición digital, aportando un caso concreto en el siguiente apartado. también está presente la productora de televisión NBC, inversora junto a la 21st Century Fox, entre otras corporaciones. No es desdeñable el estudio de esta línea de trabajo desde la perspectiva de la producción audiovisual.

Los ejemplos de uso por parte de entidades, así como el apoyo de empresas inversoras, son una clara muestra de cómo una tecnología pasa de convertirse en algo puntual o en una curiosidad a algo que se incorpore de forma decisiva, transformando los procesos de creación y recepción, es decir, cambiando las bases lingüísticas y comunicacionales del audiovisual. Esas decisiones, relacionadas con la industria y el mercado, pueden transformar definitivamente un género expresivo. La historia del cine cuenta con numerosos ejemplos, como fue la incorporación de las patentes necesarias para el registro sonoro en un momento de conveniencia para el sector.

Sin embargo, en el caso de estas tecnologías, la fuerza del interés expresado por la ciudadanía, la medición de las pautas de uso y consumo, monitorizada a tiempo real en número de visionados y descargas de Within y otras aplicaciones, representa un factor de apoyo e impulso a decisiones que, más que en los despachos, se toman en cada uno de los dispositivos móviles de audiencias globalizadas.

Así, este factor de empuje puede ser determinante para la implementación de este tipo de tecnologías y, demandando la posibilidad de crear, la reducción de coste de las cámaras 3D y 360º, una vez conseguida la definición de 4k y hasta 8k, que son parámetros de resolución inimaginables hace pocos años. La ciudadanía, en resumen, es el principal aliado de la consolidación de estas nuevas patentes. Está en sus manos que la posibilidad de representación 3D y 360º quede como una cuestión anecdótica, con usos solo científicos, territoriales o muy concretos, circunscribiéndose a determinados campos de la información o la divulgación científica.

Para que sea posible esa consolidación y esa transformación de la propia esencia de la comunicación audiovisual, el trabajo con la perspectiva completa 360º (en la horizontal y en vertical) debe romper algunas formas de mirar, consolidadas en la cultura de la perspectiva a través de la historia del arte, reforzadas por los tratados de representación pictórica y visual del Renacimiento. Sin embargo, es indudable que sería el propio Leonardo Da Vinci el primero en crear documentales o creaciones artísticas con este tipo de dispositivos. No se trata, por tanto, de una incorporación excluyente, sino de una nueva posibilidad, que encaja como un guante en la tendencia a la creación digital y multimedia. La plataforma Within nos ofrece una amplia lista de nuevos/as creadores/as adscritos a esta tendencia.

En todas y cada una de las piezas, parece ponerse en duda el propio concepto de plano audiovisual como unidad mínima de significación, siendo la puesta en escena y la puesta en imágenes dos vertientes del mismo problema creativo (Tranche, 2015, p. 53). En las producciones pone a disposición Within (with.in), la decisión de un encuadre, una perspectiva o un tiempo parece, efectivamente, una cuestión relativa, que se delega parcialmente en el/la internauta.

En lo que se refiere al aspecto visual, cada secuencia de estos vídeos contiene propuestas de partida, discutibles, que pueden gustar o no la audiencia. Sirven solo como un punto de inicio, señalado por defecto, pero transformable en unas décimas de segundo mediante la exploración táctil. Aun así, la impronta creativa de la persona que ha dirigido la producción acompaña al público hasta el final del "pase". Un nuevo concepto, interactivo, impensable para la tradicional sala de cine. Es importante señalar que una plataforma de estas características es muy útil para la enseñanza del lenguaje cinematográfico y de las propias reglas compositivas, debido a sus opciones gamificadas y sus opciones de interactividad real. Hay tanta información visual que podemos aprender también sobre los propios procesos de producción de documentales.

La sensación es situarse ante una nueva acotación espacial, engañosa, en la que un encuadre es realmente una primera ventana, con la posibilidad de ver qué hay 180º detrás de la toma que se ha seleccionado como principal o la perspectiva por defecto, convertida solo en un punto de partida. Las Ciencias Sociales y Naturales encuentran, en este modelo de representación, un ámbito de exploración verdaderamente apasionante, que puede generar una línea específica centrada en mostrar, de forma didáctica, determinadas realidades, que pueden ir desde los rincones o aspectos sociales de una ciudad o un pueblo recóndito hasta la observación de cualquier fenómeno natural en 360º.

2.2. New York Times

El documental y la divulgación científica han encontrado la posibilidad de plantear una nueva forma de narrar determinadas situaciones, ampliando las posibilidades de indagación visual por parte de la audiencia. Ningún ejemplo más claro que el documental Walking New York, dirigido por Chirs Milk y Zach Richter en 2015, realizadores audiovisuales vinculados a la propia génesis del proyecto, en el que el prestigioso medio New York Times se ha sumado a través de sus aportaciones a esta plataforma mediante la iniciativa nytvr[xxxix], con la aportación de su propia descarga de app para visionado.

La historia de un artista inmigrante se convierte en una narración de la gran ciudad, en un paseo junto al protagonista, que es entrevistado y focaliza una narración autodiegética mirando a cámara, al que podemos acompañar indagando mientras lo escuchamos,

buscando otros rincones ocultos de Manhattan, como el que mira a otro lado mientras le hablan. En estos casos, la experiencia perceptiva se empieza a parecer a una conversación, en la que tomamos decisiones con respecto a nuestra mirada mientras se dirigen a nosotros. Un espectacular paseo en helicóptero, por ejemplo, representa toda una aventura, en una secuencia en la que lo menos interesante es atender al protagonista en plano entero, ya que está en nuestra mano crear, en Gran Plano General, una visión cenital de Nueva York. Inmersión total y sensación de vértigo asegurada, cuya combinación con la imagen 3D podría crear sensaciones físicas y emocionales verdaderamente impresionantes.

No se nos puede olvidar que el potencial es sonoro, pero también visual. En ocasiones, intentamos descubrir visualmente el origen de algún efecto de sonido ambiental. Según se ha detallado, la experiencia de visionado puede llevarnos a asegurar que asumimos ciertas responsabilidades tradicionales del operador o la operadora de cámara. Resulta inevitable explorar, generándose planos más estáticos en este tipo de producciones, ya que se apoyan en la posibilidad interactiva. La responsabilidad del movimiento de cámara se traslada, aparentemente, a la audiencia, fundamentalmente en lo que es la panorámica horizontal y vertical.

Se tiene la sensación de realidad y de que no existe un fuera de campo, aunque somos conscientes de que la mayor parte de Nueva York sigue siendo inaccesible en pantalla, a pesar del angular de la toma aérea. También sabemos que no llegamos a ver el detalle de cada terraza, lo oculto bajo esos edificios, en una reflexión que tiene más que ver con Teoría del Conocimiento que con Realización Audiovisual. Otros documentales aprovechan la inmersión y la realidad virtual para destacar la dimensión antropológica, como *A History Of Cuban Dance* (Lucy Walker, VRSE.Works, 2016), haciendo evidentes las profundas transformaciones que conlleva el uso de esas tecnologías en el proceso de representación mediática. En ambos casos, se trata de una inmersión con carácter humano, ya sea biográfico o antropológico. Como se puede comprobar, estas nuevas potencialidades del discurso audiovisual se pueden trasladar a cualquier faceta de la realidad, con una potencialidad destacada en la divulgación científica.

Avance hacia lo multisensorial

La tecnología audiovisual no ha llegado todavía a la representación total, esencialmente utópica. Por ejemplo, los sentidos táctil y olfativo están ausentes de estas experiencias perceptivas. Son una asignatura pendiente para la inmersión total. En este ámbito, los avances están liderados por el sector del marketing, en sus campañas de estímulo sensorial, siendo también experimentado desde el punto de vista conceptual y creativo por lo que se denomina arte polisensorial o multisensorial, apoyado en las posibilidades de

presencialidad en la instalación de una sala de exposiciones (Osborne, 2010; Popper, F. 1989).

Sección temporal y trabajo con actores

Aunque podamos ver todo lo que se ha registrado en ese momento, desde el punto de vista informativo y también desde el rigor científico, no podemos olvidar que se trata de una producción que ha seleccionado un momento (un segundo, un minuto, una hora) de una continuidad real. Otro factor a tener en cuenta sería la supuesta disposición de actores, considerada como tal la intervención en situaciones de representación supuestamente objetivas, pero en las que nunca existe la garantía de veracidad, más allá del supuesto compromiso ético del profesional que ha realizado esa producción. En otras palabras, no sabemos si se ha forzado alguna situación, si ha sido necesario cortar una calle para mostrar un lugar desierto, si puede haber intervención actorial o, más sencillo todavía, sobreactuación ante la cámara (lo que se alejaría de la veracidad). Walking New York es, al fin y al cabo, la interpretación de un fotógrafo que se representa a sí mismo, que cuenta su propia historia. También, en cierto sentido, cabe preguntarse si su guion es un diseño personalizado para el lucimiento de la nueva técnica.

Aunque la fotografía de esta producción es realista, sin efectos propios de nuevas técnicas como el HDR (High Dynamic Range), nada impide cierta manipulación de la realidad. En el caso analizado, el sello periodístico que aporta The New York Times es un aval. Solo el abuso inevitable de angulares crea una realidad algo distorsionante. Lo que sí es indudable es que este tipo de producciones están generando una estética y un modelo de discurso propio.

Discusión y conclusiones

Desde el punto de vista de validez del proceso analítico y del estudio realizado, no puede negarse la intencionalidad de crear una base teórica, punto de partida del modelo deductivo señalado. Con este objetivo, se han sintetizado algunas de las principales conclusiones del estudio de casos aportado, integrando dos casos diferentes en su esencia: por un lado, una aplicación y plataforma para móviles; por otro, un documental audiovisual 360º enmarcado en dicha plataforma. Son solo ejemplos puntuales en el inicio de una línea de trabajo que debe ser complementada por el contraste de las principales claves teóricas propuestas, más nuevos enfoques que se puedan aportar, así como por la comparativa con otros casos, integrando en la investigación una dimensión cuantitativa.

Esas futuras mediciones deben abarcar una muestra más amplia y convertirse en indicadores relevantes de tendencia en el sector audiovisual. Esos estudios, que están emergiendo de forma inminente, sobre todo con publicaciones vinculadas al fenómeno

transmedia (Jenkins, Ford y Green, 2015), deben contemplarse en el marco de la prospectiva que sugiere esta investigación, fundamentada en el valor ensayístico de una aportación teórica.

Profundos cambios

La principal conclusión viene determinada por el hecho de constatar la profunda transformación del lenguaje y la narrativa audiovisual que conlleva el cambio tecnológico. Si el 3D ha conllevado cambios interesantes, tanto para la ficción como para los documentales, las posibilidades de una inmersión aparente, centrada en la suma de perspectivas visuales (360º), puede constituir el impulso definitivo a la dimensión activa del *prosumer*, que toma decisiones de encuadre y perspectiva para aproximarse a la realidad representada, para dirigir su mirada hacia lo que le interesa en cada momento. Se confirman, por tanto, gran parte de las propuestas realizadas en la revisión teórica.

Es posible que este nuevo modelo de representación transforme la tradicional nomenclatura basada en la acotación espacial rectangular y el clásico concepto de montaje, considerando el encuadre y su efecto final en la pantalla como una invitación real a la aparente inmersión, a la indagación y a una interactividad exclusivamente visual. Todo ello, sin olvidar que siempre hay un límite, una acotación del referente espacial. Con respecto a la perspectiva de cámara, este nuevo modelo de representación audiovisual produce, en la angulación, lo que el fenómeno multicámara es para el internauta en la realización televisiva. Todos/as tomamos decisiones en la selección de toma. La función del operador u operadora de cámara, asimismo, se delega parcialmente en la audiencia.

Destacan, además, numerosos cambios discursivos, como la tendencia a evitar los movimientos de personajes en cuadro, que pueden causar fallos de rácord en la integración de tomas, así como la costumbre de aportar secuencias más largas y estáticas, propias de esa invitación a la interactividad. No obstante, la principal transformación es la que tiene que ver con el esfuerzo realizado para convertir lo bidimensional en tridimensional, rompiendo la tradición de las artes visuales. Se transforma así el sentido del montaje fílmico, clave para comprender la narrativa visual y audiovisual.

Posibilidades para la ciencia

Aunque en ningún momento se debe provocar la confusión imagen-realidad, siendo más necesario que nunca reforzar la capacidad crítica ante el deslumbramiento que provocan siempre los avances tecnológicos, estos sistemas de representación son óptimos para la divulgación científica, ámbito que exige un plus de rigor y de veracidad de la imagen que aparece en pantalla, sobre todo por la cantidad de información que se puede suministrar a

la audiencia, libre de dirigir su mirada hacia aspectos que el realizador o la realizadora no había tenido en cuenta hasta ese momento.

Se trata de recursos especialmente útiles para un público que, en ocasiones, puede ser muy exigente desde la especialización, siendo fundamental la selección del espacio que quiere observarse en detalle. Estas posibilidades son aplicables a ámbitos de gran trascendencia científica, como la Salud y las Ciencias Naturales. El propio documental analizado podría tener un uso cartográfico o etnográfico, representando un documento de primer orden para el análisis de la estructura urbanística de Nueva York, por aportar un ejemplo concreto. De paso, este tipo de vídeos son muy útiles para la propia didáctica del cambio en el lenguaje audiovisual.

La antropología y etnografía audiovisual encuentran en el fenómeno de 360º un nuevo territorio para la investigación y la reflexión, ya que resulta posible seleccionar perspectivas y personajes que pueden pasar de ser secundarios a protagonistas en determinados contextos de visionado. Este factor puede unir, sin duda, rigor y emoción, pero que nunca debe hacernos perder de vista la clásica diferencia entre la representación audiovisual y la propia realidad, ya de por sí difícil de aprehender.

En resumen, la transformación que están generando estas tecnologías es, sobre todo, visual y centrada en la perspectiva, absolutamente determinante en lo que tiene que ver con la realización. Se convierte en sugerencia de nuevos territorios por descubrir desde el punto de vista multisensorial (solo está en juego el sentido de la vista en esta transformación), aunque es fundamental el protagonismo que asume la audiencia, realmente activa en el visionado. Esa lógica gamificada, junto a las reservas en torno a la veracidad del relato, deben hacer a la ciudadanía permanecer especialmente alerta, reforzando su sentido crítico ante la representación mediática, pero disfrutando y aprovechando el aprendizaje y la visión del mundo que permiten los medios audiovisuales. Lo que fue una ventana al conocimiento en siglo XXI, se convierte ahora en un medio para la exploración interactiva.

Referencias

Aparici, R. (2010). La construcción de la realidad. En R. Aparici (coord.), *La construcción de la realidad en los medios de comunicación* (pp. 11-22). Madrid: UNED.

Aumont, J. (1992). *La imagen*. Barcelona: Paidós.

Benjamin, W. (2011). *Breve historia de la fotografía*. Madrid: Casimiro Libros. (Obra original publicada en 1931).

Carmona, R. (2003). *Cómo se comenta un texto fílmico*. Madrid: Cátedra.

Castillo, J.M. (2013). *Televisión, realización y lenguaje audiovisual*. Madrid: Instituto RTVE.

Cherchi Usai, P. (2005). *La muerte del cine*. Barcelona: Laertes.

Cloutier, J. (1975). *L´Ere d´EMEREC ou la communication audio-scripto-visuelle*. Montreal (Canadá): Les Presses de l' Université de Montreal.

Da Vinci, L. (2005). *Tratado de pintura*. Buenos Aires: Losada. (Obra original publicada en 1498).

Deleuze, G. (1984). *La imagen-movimiento. Estudios sobre cine 1.* Barcelona: Paidós.

Eco, U. (1979). *Obra abierta.* Barcelona: Ariel. (Obra original publicada en 1962).

Eco, U. (1987). *Lector in fábula*. Barcelona: Lumen.

Eisenstein, S. (1991[1938]). *Hacia una teoría del montaje*, vol. 2. Barcelona: Paidós.

Fernández Díez, F. y Martínez Abadía, J. (2000). *Manual básico de lenguaje y narrativa audiovisual*. Barcelona: Paidós.

Freire, P. (1970). *Pedagogía del oprimido*. México: Siglo XXI.

Freund, Gisèle (2001). *La fotografía como documento social*. Barcelona: Gustavo Gili. (Obra original publicada en 1974).

García García, F. (2011). Ética y narración audiovisual. En F. García García y M. Rajas (coords), *Narrativas Audiovisuales: el relato* (pp. 13-34). Madrid: Icono 14.

García Jiménez, J. (1993). *Narrativa Audiovisual*. Madrid: Cátedra.

Jenkins, H., Ford, S. y Green, J. (2015). *Cultura transmedia: La creación de contenido y valor en una cultura en red*. Barcelona: Gedisa.

Kandinsky, V. (1995). *Punto y línea sobre el plano. Contribución al análisis de los elementos pictóricos*. Barcelona: Labor. (Obra original publicada en 1952).

Kaplún, M. (1998). *Una pedagogía de la comunicación*. Madrid: Ediciones de la Torre.

Marfil-Carmona, R. (2015). Análisis de la imagen fotográfica en la comunicación digital de las ONG. *Opción*, *31*(5), 496-515. Disponible en http://produccioncientificaluz.org/index.php/opcion/article/view/20666

Marta-Lazo, C. y Gabelas, J.A. (2016). *Comunicación digital. Un modelo basado en el Factor R-elacional*. Barcelona: UOC.

Martin, M. (2008). *El lenguaje del cine.* Barcelona: Gedisa. (Obra original publicada en 1955).

Moles, A. (1975). *La comunicación y los mass media*. Bilbao: Mensajero.

Osborne, P. (2010). *El arte más allá de la estética. Ensayos filosóficos sobre arte contemporáneo.* Murcia: CENDEAC.

Pestalozzi, J.H. (1986). *Cómo Gertrudis enseña a sus hijos*. México: Porrua. (Obra original publicada en 1801).

Popper, K. (1965). *La lógica de la investigación científica.* Madrid: Tecnos.

Popper, F. (1989). *Arte, acción y participación. El artista y la creatividad de hoy.* Madrid: Akal.

Scolari, C. (2008). *Hipermediaciones: Elementos para una Teoría de la Comunicación Digital Interactiva*. Barcelona: Gedisa.

Schmidt Noguera, M. (2008). *Análisis de la realización cinematográfica*. Madrid: Síntesis.

Siemens, G. (2004). Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age. *Eleaarnspace. Everithijg Elearning*. Recuperado de http://www.elearnspace.org/Articles/connectivism.htm (Fecha de consulta: 01/10/2016).

Toffler, A. (1980). *La tercera ola*. Barcelona: Plaza & Janés.

Tranche, R. (2015). *Del papel al plano: el proceso de la creación cinematográfica.* Madrid: Alianza.

Villafañe, J. y Mínguez, N. (1996). *Principios de Teoría General de la Imagen*. Madrid: Pirámide.

Filmografía

A History Of Cuban Dance (Lucy Walker, VRSE.Works, 2016). Disponible en http://with.in/watch/a-history-of-cuban-dance/

Walking New York (Chris Milk & Zach Richter, New York Times Magazine, 2015). Disponible en http://with.in/watch/nyt-mag-vr-walking-new-york/

Innovación Tecnológica, Científica y Nuevos Consumidores.

Hacia un Nuevo Paradigma en Creación Audiovisual

Juan Carlos Gauli

Director del Grado de Diseño Multimedia y Gráfico en ESNE (Madrid)

Abstract

En este artículo se analizarán las nuevas tendencias en consumo y las nuevas generaciones, Millennials y Generación X junto con las recientes innovaciones científicas vinculadas con la creación audiovisual: Realidad Virtual, Realidad Aumentada, Holofonía, Fotogrametría, Realidad 360º, Inteligencia Artificial y Vídeo Juegos.

Ambos universos, unidos a un mundo globalizado y a hogares híper conectados, van a condicionar las creaciones audiovisuales de los próximos años y es muy probable que nos encontremos ante un nuevo paradigma narrativo audiovisual.

Los creadores y creadoras de hoy y del mañana no podrán dejar de lado estos nuevos parámetros que van a influir directamente en su producción. La nueva revolución tecnológica nos ofrecerá nuevas creaciones y una industria completamente renovada, poblada no solo de técnicos/as audiovisuales, sino también de matemáticos/as, sociólogos/as, antropólogos/as y físicos/as entre otros muchos nuevos actores.

Objetivos de la investigación

Los objetivos de esta investigación son:

1. Determinar el perfil de los nuevos consumidores y su comportamiento ante las tecnologías y contenidos audiovisuales.

2. Analizar las investigaciones científicas vinculadas a la creación audiovisual.

3. Observar el comportamiento de la industria frente a los nuevos consumidores y la nueva oferta tecnológica.

4. Verificar si nos encontramos ante el inicio de un cambio de paradigma narrativo audiovisual en la creación y exhibición de creaciones audiovisuales.

Metodología de la investigación

La metodología utilizada ha sido cualitativa y constructivista. Se ha analizado de forma holística el entorno de creación audiovisual, los comportamientos sociales de las nuevas generaciones frente a las del Baby Boom y las investigaciones científicas vinculadas de forma directa o indirecta a la creación audiovisual.

El enfoque de la investigación también es Idiográfico, en tanto que lo que hemos buscado es comprender e interpretar los comportamientos sociales de forma global.

Nuestro foco de la investigación se encuentra en los nuevos desarrollos científicos vinculados a la creación audiovisual, para ello hemos realizado por un lado el comportamiento del mercado y los consumidores frente a nuevos productos de hardware o software y por otro las investigaciones científicas vinculadas a nuevas modelos de representación audiovisuales.

Así mismo he utilizado el paradigma fenomenológico frente al paradigma cuantitativo, en tanto que me he basado en el estudio de los significados de las acciones humanas y de los fenómenos sociales.

Por último para para escribir el artículo también nos hemos acercado a la metodología etnográfica. Mi labor como docente de alumnos pertenecientes a la generación de los Millennials y mi experiencia como padre de adolescentes de la generación Z me permite descubrir en primera mano sus opiniones y comportamientos sobre el consumo audiovisual.

Introducción

> *"Este pensador observó que todos los libros, por diversos que sean, constan de elementos iguales: el espacio, el punto, la coma, las veintidós letras del alfabeto. También alegó un hecho que todos los viajeros han confirmado: No hay en la vasta Biblioteca, dos libros idénticos. De esas premisas incontrovertibles dedujo que la*

Biblioteca es total y que sus anaqueles registran todas las posibles combinaciones de los veintitantos símbolos ortográficos (número, aunque vastísimo, no infinito) o sea todo lo que es dable expresar: en todos los idiomas. Todo: la historia minuciosa del porvenir…"

(Borges, La biblioteca de Babel, Ficciones, 1944)

La idea de una máquina capaz de escribir todo el pensamiento del pasado y todo el pensamiento del futuro ha sido recurrente a lo largo de la historia. El mallorquín Raimundus Lullus (1223-1315) o Ramon Llull como se le conoce, publicó en 1305 su "Ars generalis ultima" o "Ars magna" donde desarrolla la idea de creación de una máquina capaz de desarrollar ideas a través de la combinación de las 28 letras del alfabeto con figuras geométricas. La máquina de papel de Llull consistía en 3 círculos de papel fijados en su centro de forma que se podían mover. Estos movimientos permitían la creación de múltiples combinaciones posibles que según Llull contendrían todo el razonamiento humano.

A partir de Llull podemos encontrar a otros investigadores de la creación a través de las combinaciones como Giovanni de la Fontana y Nicolas de Cusa en el siglo XV, Giordano Bruno en el siglo XVI, Athanasius Kircher y Gottfried Leibniz en el XVII y así podríamos llegar hasta Alan Turing y su "Bomba" la computadora electromecánica que logró descifrar a la máquina Enigma que utilizaban los alemanes durante la II Guerra Mundial para sus comunicaciones.

El 22 de febrero de 2016 se estrenó en el Ars Theatre del West End londinense "Beyond the Fence", el primer musical creado por un ordenador. En este proyecto desarrollado por The NIL (Natural Interaction based on Language), participaron investigadores de varios campos del conocimiento: inteligencia artificial, sistemas, algoritmos, experiencia de usuario, creatividad computacional o componentes del proceso del lenguaje natural. Entre sus miembros encontramos a Pablo Gervás, profesor del departamento de ingeniería del software e inteligencia artificial de la UCM. Gervás es el creador de PropperWryter, un programa que se ha utilizado para la creación del argumento.

http://nil.fdi.ucm.es/?q=node/613

Nos encontramos en los albores de la cuarta revolución industrial, la era de la robotización, ¿las próximas generaciones consumirán productos audiovisuales creados por máquinas?

Este hecho es muy poco probable, al menos de forma inmediata, pero nos dirigimos a pasos agigantados en esa dirección. Tom Simonite publicaba el 4 de agosto de 2016 en la

web del MIT Technology Review, "Esta inteligencia artificial puede crear Tweets que nunca creerías que son Spam". En julio de 2016 se utilizó un software de aprendizaje automático para crear tweets sobre Pokemon Go como si los hubiera escrito un humano. Un tercio de las personas que recibieron el mensaje respondieron de forma positiva.

https://www.technologyreview.com/s/602109/this-ai-will-craft-tweets-that-youll-never-know-are-spam/?set=602116

La creación audiovisual se encuentra desde mi punto de vista ante un nuevo paradigma creativo sometido a escrutinio y tensión desde tres ejes, que explicaremos detalladamente:

A. Hogares híper conectados y poblados de dispositivos al servicio de las nuevas generaciones de consumidores audiovisuales como los Millennials y la Generación Z.

B. Los grandes avances científicos que se han producido y que se están produciendo para la creación, realización y visionado de contenido audiovisual.

C. La globalización. Un mercado mundial al que hay que satisfacer.

A) vídeo y consumidores a la carta

A lo largo de la Hª de la Humanidad nunca se ha consumido tanto contenido audiovisual como en nuestros días y este consumo aumenta exponencialmente cada minuto.

Hagamos un poco de historia.

El mayo de 2005 un grupo de ex trabajadores de PayPal crearon Youtube. Un año después se veían en su web 100 millones de vídeos al día y fue adquirida por Google por 1650 millones de dólares.

Hoy día 1.300 millones de personas usan Youtube, al menos un tercio de todos los internautas del mundo. Cada minuto se suben 300 horas de vídeo. Cada día se visionan 5000 millones de vídeos. 8 de cada 10 personas entre 18 y 49 años ven vídeos de Youtube. Cada mes se visionan 325.000 millones de horas. Cada día se ven de media 1000 millones de vídeos a través del móvil. Youtube está en 88 países con 76 idiomas diferentes cubriendo el 95% de la red de internautas. En 30 días se crea más contenido audiovisual que todo lo que han creado en 30 años las principales cadenas de TV norteamericanas.

Como hemos podido observar el volumen de contenido audiovisual visto a través de un solo canal es espectacular.

Fuente: Youtube

Otro ejemplo de la supremacía del vídeo lo encontramos en el mundo de los negocios, según Forbes el 59% de los ejecutivos prefieren ver un vídeo que leer un texto. Es muy probable que esa cifra aumente en los próximos años.

http://fortunelords.com/youtube-statistics/

A1 ¿Dónde se visiona el contenido audiovisual?

Si analizamos el informe anual de 2015 sobre el mercado internacional de las comunicaciones realizado por Ofcom, el regulador de las comunicaciones en el Reino Unido, podemos extraer datos muy interesantes sobre las tendencias en el consumo audiovisual.

España (45%) y Reino Unido (42%) son los países con más penetración de Smart TVs o televisiones con acceso a Internet. (Ofcom, 2015, 43) Este dato pone de manifiesto una demanda creciente, los consumidores cada vez más, prefieren elegir sus propios contenidos a través de Internet o de Televisión a la Carta por encima de la televisión tradicional. En el Reino Unido un 22% vio menos la televisión frente a un 11% que la vio más y en Japón un 27% vio menos televisión frente a un 8% que la vio más. (Ofcom, 2015, 51) Otro dato importante sobre el consumo audiovisual tiene que ver con la penetración de Smart Phones o teléfonos inteligentes con acceso a 4G. Estos dispositivos permiten ver cualquier contenido audiovisual en tiempo real vía Internet. Corea del Sur es el país del mundo con mayor cobertura de móviles 4G (63% de la población), le siguen Estados Unidos (40%) y Australia y Singapur (39%). (Ofcom, 2015, 56)

Otros datos relevantes sobre el consumo audiovisual lo encontramos en el uso de teléfonos inteligentes mientras se hace otra actividad, como el visionado de la televisión o de una película, el 25% de los españoles lo hizo en 2015. (Ofcom, 2015, 70)

Este aspecto ha posibilitado, como veremos más adelante, la creación de aplicaciones llamadas de doble pantalla, que interactúan desde el móvil con lo que sucede en la televisión.

En España el 74% de los televisores son de alta definición (Ofcom, 2015, 142). Estados Unidos es el país del mundo con más canales de televisión en HD, la mayoría de ellos de pago (Ofcom, 2015, 143). El 3D se está introduciendo poco a poco en el ámbito doméstico

y en algunos países como Alemania, Italia y España el 18% de los hogares cuenta con televisiones preparadas para el visionado de 3D (Ofcom, 2015, 144).

Las audiencias ven una media de 3 horas y 43 minutos de televisión por persona y día. Estados Unidos tiene el índice más alto con una media de casi 5 horas mientras que Suecia tiene la más baja con 2 horas y 33 minutos (Ofcom, 2015, 161), a pesar de estos datos la tendencia es a la baja. En el Reino Unido se produjo el mayor descenso entre 2014 y 2013 un 4,9% (12 minutos), (Ofcom, 2015, 161).

Además de los móviles y las televisiones tenemos que resaltar otra de la fuentes fundamentales de consumo audiovisual, los dispositivos para jugadores, las consolas.

En Estados Unidos según el informe de 2015 de la ESA (Entertainment Software Association), 155 millones de americanos juegan a vídeo juegos y en cuatro de cada cinco hogares hay una consola utilizada por al menos dos jugadores. El 42% de los estadounidenses juega regularmente una media de 3 horas a la semana a vídeo juegos. La edad media de los jugadores es de 35 años. Además el comportamiento social es cada vez es más elevado, el 56% de los jugadores juegan con otros, incluyendo amigos, miembros de la familia, padres o parejas.

En 2014 los consumidores estadounidenses se gastaron 22.000 millones de dólares en la industria.

El mercado mundial de videojuegos alcanzó en 2016, 99.600 millones de dólares, de los cuales el 37% se generaron a través del móvil.

Podemos trasladar estos datos de la industria del videojuego a otros sectores relevantes de nuestra sociedad como el arte y el turismo a través de una sencilla comparativa: el juego online Star Wars: The Old Republic, costó 200 millones de dólares, el museo Guggenheim de Bilbao costó 83 millones.

https://newzoo.com/insights/articles/global-games-market-reaches-99-6-billion-2016-mobile-generating-37/

El número de dispositivos inteligentes y con capacidad para reproducir la última tecnología audiovisual no para de crecer en el mundo. Nos dirigimos a un entorno habitado poblado de multipantallas inteligentes y con capacidad de reproducir contenidos audiovisuales de máxima calidad e incluso en 3D.

En los hogares del mundo desarrollado crecen cada día el número de dispositivos electrónicos vinculados con los contenidos audiovisuales como móviles, tabletas, consolas, ordenadores personales, gafas 3D o relojes inteligentes. Paralelo a esto las ciudades se han

llenado de pantallas digitales gigantes, tanto en la vía pública tipo Blade Runner como en los escaparates de las tiendas, en las estaciones de metro o incluso en los autobuses y taxis.

Hace apenas medio siglo los humanos solo podían acceder al contenido audiovisual a través del cine o de la televisión, hoy día lo pueden hacer a través de toda esta serie de aparatos y en un futuro cercano gracias al desarrollo de la ropa inteligente y de las pantallas flexibles lo podrán hacer a través de muchos más dispositivos. Esto como veremos más adelante, supone nuevos retos para los creadores de contenidos audiovisuales.

Como afirma el informe de Nielsen de 2014 sobre el Consumidor Digital: "Hoy día el consumidor estás más conectado que nunca, con más acceso y una involucración más profunda con contenidos y marcas gracias a la proliferación de dispositivos y plataformas digitales. El contenido que antes solo estaba disponible a través de métodos específicos de acceso (como periódicos, revistas, radio y televisión) ahora se puede distribuir a través de múltiples dispositivos conectados. Esto está dirigiendo la revolución de los medios de comunicación y eliminando las definiciones tradicionales sobre los medios."

(Nielsen, 2014, 1).

A2 ¿Cómo nos comportamos o se comportan los consumidores audiovisuales?

Si analizamos las 5 últimas generaciones, que componen la mayoría de la población mundial podemos hablar de:

La generación silenciosa: 1922/1925-1943/1946

La generación del baby boom: 1944/1947-1960/1963

Generación X: 1961/1964-1978/1980

Millennial / Generation Y: 1980/1982-1998/2000

Generation Z: 2000/2003-2020

(Jones, V., Jo, J., & Martin, P. (2007, 1)

Las dos generaciones que más van a influir en el cambio de paradigma creativo en la elaboración de contenidos audiovisuales son los Millennials y la Generación Z. Son generaciones híper tecnológicas, lo que las diferencia es que los Millennials accedieron al

entorno digital en la adolescencia y la Gen Z es nativa digital. Y esto podemos comprobarlo en su consumo audiovisual viendo su comportamiento en Estados Unidos. Un 11% de los Millennials consume contenido audiovisual a través de la televisión tradicional y un 29% lo hace a través de banda ancha digital. Si miramos la Gen Z, solo un 7% consume tv tradicional y un 23% consume a través de banda ancha.

Source: NPOWER, Share of P2+ PUT, 9/28 – 10/20/13, Total Day

Otra de las características de estas dos generaciones según Nielsen es que los contenidos audiovisuales que visionan los comparten en las redes sociales, tal y como habíamos comentado anteriormente al hablar de la doble pantalla. Alrededor de 9,1 millones de personas que estaban viendo los episodios finales de la serie Breaking Bad, vieron uno de los 1,2 millones de Tweets que se escribieron sobre la misma.

(Nielsen, 2014, 20)

"Cuando Netflix decidió lanzar la temporada completa de House of Cards en 2013 muchas fueron las voces que criticaron ese modelo de negocio, ¿a quién le iba a interesar ver 13 episodios de una sola vez?, hoy en 2016 las cosas han cambiado mucho y la respuesta es que a mucha gente le interesa esto."

http://www.tv.com/shows/difficult-people/community/post/hulu-weekly-distribution-original-program-bad-146169283184/

Como podemos observar, a estas generaciones no les interesa la televisión tradicional, no están interesadas en los anuncios de publicidad, (45 millones de usuarios en Estados Unidos utilizan software que evita la publicidad, esto se ha incrementado en un 41% en 2016. Fuente: Visioncritical, 2016) y están habituados a consumir grandes cantidades de contenido audiovisual de una tacada y a compartirlo a través de las redes sociales con otros consumidores.

Otros aspectos a tener en cuenta de estas generaciones son: a) los prosumers b) la creación colaborativa c) Personalización y d) vivir experiencias.

a) La palabra Prosumer, creada por Alvin Toffler en 1980 es la unión de las palabras Producers y Consumers. Son aquellos individuos capaces de crear productos que comercializan a través de la red y a la vez son consumidores a través del comercio electrónico. Cada día hay más gente que trabaja en el hogar. "En Estados Unidos 60 millones trabajan desde casa" (Gerhardt, 2008, 3)

b) Colaborativo. Esta palabra se asocia a las nuevas tendencias de comportamiento que abarcan desde el consumo, la investigación o la creación.

c) Cada día demandan más productos personalizados.

Según Marketing Dive "la gente joven prioriza las relaciones uno a uno y las conexiones personales y no cambian esa mentalidad cuando compran. Ellos quieren sentir una conexión personal con las marcas que compran y apoyan y quieren que les traten como personas y no como clientes" Melanie Shreffler, senior editorial director at Cassandra

http://www.marketingdive.com/news/77-of-gen-z-consumers-want-brands-to-reach-out-survey/413887

Según el informe de Deloitte: "The Deloitte Consumer Review Made-to-order: The rise of mass personalisation (2015)

"Empoderados por las redes sociales y sus dispositivos digitales, los consumidores han incrementado sus decisiones sobre lo que quieren, cuándo y dónde lo quieren. Se han convertido en críticos y creadores, demandando un servicio más personalizado y esperando tener la oportunidad de dar forma a los productos y servicios que consumen. La investigación de Deloitte muestra que en algunas categorías más del 50% de los consumidores expresó su interés en la compra de productos o servicios a medida. Por otra parte, no sólo la mayoría de los consumidores estarían dispuesta a pagar más por un producto o un servicio personalizado, también les gustaría participar activamente en el proceso."

"En el futuro, las empresas que no incorporen un elemento de personalización en su oferta se arriesgarán a perder ingresos y la lealtad de sus clientes".

(Deloitte, 2015, 2).

Según este mismo informe, el 46% de los Millennials y el 40% de la Gen Z estarían interesados en productos personalizados en la categoría de "Libros, música y entretenimiento". Deloitte, 2015, 15).

Como podemos ver, atrás queda el concepto de "café para todos". Aquellos creadores audiovisuales que excluyan a colectivos en sus creaciones se arriesgarán a perder audiencia.

d) Vivir experiencias

Los nuevos consumidores solicitan a los generadores de contenidos vivir experiencias los más complejas y sorprendentes posibles. Demandan creaciones audiovisuales a la medida en las que puedan interactuar e incluso modificar los contenidos.

Todo esto ¿qué supone desde el punto de vista de lo creadores?

Este cambio de mentalidad obliga a un gran cambio de paradigma porque el impacto en la creación es inmediato. Resaltemos algunas preguntas que los creadores audiovisuales deberían hacerse.

1. ¿Cómo soy capaz de sorprender a una nueva audiencia que ha consumido ingentes cantidades de contenido audiovisual? Una audiencia que ha visto miles de horas de contenido audiovisual poblado de tramas, personajes, recursos creativos, recursos narrativos, retórica de la imagen, referencias culturales, re-interpretaciones, re-adaptaciones y así hasta una larga lista que afecta a todas las fases del proceso creativo.

2. ¿Cómo hago para mantener la atención activa y que conviva mi contenido con la multipantalla?

3. ¿Cómo hago para que mis obras audiovisuales se adaptan a la multitud de dispositivos que pueblan los hogares y las ciudades?

4. ¿Cómo compito frente a nuevos creadores que utilizan la colaboración para la producción de sus obras?

5. ¿Cómo puedo personalizar mis creaciones?

B) Creación audiovisual y avances científicos.

Si repasamos la historia del cine, podemos observar como los grandes descubrimientos científicos que culminaron con su creación, se desarrollaron durante un intenso periodo de tiempo entre 1839 cuando William H. Fox Talbot, desarrolló un material fotosensible y 1895 cuando los hermanos Louis y August Lumiere, patentaron una combinación de cámara y proyector capaces de mostrar una imagen en movimiento que podía ser vista por el público.

En esos 56 años, William Lincoln patentó el Zoopraxiscope en 1867, Eadweard Muybridge desarrolló su sucesión de imágenes fotográficas que permitió descubrir como corren los caballos, Georges Eastman introdujo el papel fotográfico y Edison creó el Kinetoscope. Después de 1895, tendríamos que esperar a 1922 cuando Technicolor desarrolla el color y 1925 cuando Western Electric y Warner Bros desarrollaran un sistema de sonido.

Desde 1925 no hay grandes avances hasta 1999 año en el que Georges Lucas introduce la tecnología digital con cámaras de alta definición en su película Star Wars: Episode I.

En la actualidad nos encontramos en una edad de oro de la investigación científica aplicada a la creación audiovisual. Cada día se producen avances que abren nuevos caminos expresivos y comunicativos. A continuación vamos a hacer una relación de los dispositivos para la creación y visionado de contenido audiovisual y como van a influir en la narración.

B1) Realidad virtual

Según Steuer, Burdea y Coiffet, la realidad virtual es un entorno de ordenador que en tiempo real interactúa con el usuario a través de múltiples canales sensitivos: visuales, auditivos, táctiles, olfativos y gustativos.

En 1957 Morton Heilig, que había estudiado filosofía en Suiza, cine en Roma, Comunicacón en Pensilvania, pintura en París, graduado en filosofía en Chicago y pre-ingeniero en la Universidad de Cornell, crea Sensorama, un simulador de realidad virtual utilizando imágenes estereoscópicas en 3D en movimiento, con olor, sonido estéreo, vibraciones en el asiento y aire para recrear el viento. Esta máquina conceptualmente se aproximaba mucho al objetivo de la realidad virtual.

En 1968 Ivan Sutherland, científico computacional de la Universidad de Harvard, crea “The sword of Damocles”, la espada de Damocles, un dispositivo de realidad virtual y realidad aumentada (más adelante hablaremos sobre esta tecnología científica). Se trataba de un casco con dos dispositivos en los ojos que interactuaban con el movimiento de la cabeza mostrando al usuario una inmersión en un espacio virtual.

En 1982 Thomas Zimmerman patenta unos guantes sensitivos que interactúan el ordenador.

En 1984, científicos investigadores de la Nasa, crean View (Virtual Interactive Environment Workstation), un sistema inmersivo de 3D. Las primeras gafas de realidad virtual.

En 1985 científicos de la USAF (US Air Force), desarrollan VCASS, un dispositivo para simulación de vuelo y la realización de investigaciones ergonómicas.

Entre 1996 y 1999 científicos de la NASA utilizan realidad virtual en una lanzadera espacial.

En 1999 surge el primer laboratorio científico para analizar el impacto de la realidad virtual en la gente. Este laboratorio denominado ReCVEB está formado por psicólogos.

A partir del año 2000 las tarjetas gráficas de los ordenadores y sus procesadores son suficientemente potentes para permitir la VR. En 2012 se inventa Oculus Rift, unas gafas ligeras y baratas de realidad virtual.

En 2014 Facebook compra Oculus. En 2015 la realidad virtual se convierte en un segmento del mercado.

La Realidad Virtual se ha instalado en el mundo de la ciencia como una poderosa herramienta de conocimiento y aprendizaje, por ejemplo en la enseñanza de la medicina donde el cuerpo humano en realidad virtual es el nuevo dummy sobre el que practican los estudiantes, desde cómo hacer lamparoscópias a entrenamiento sobre la detección del cáncer de próstata.

B1.1) Cómo funciona esta tecnología y como se crean contenidos para ella.

La producción de contenidos de realidad virtual es un proceso caro y laborioso.

Existen diferentes procesos de producción, desde aquellos que combinan la realidad física con la virtual, hasta aquellos en los que toda la realidad está recreada por ordenador.

Técnica mixta. Realidad y Realidad Virtual.

Para su creación se necesita combinar varias cámaras de realidad virtual que juntas son capaces de grabar en 360º, pero este sistema sin editar (es lo que se llama grabación en 360º y que analizaremos más adelante), la Realidad Virtual obliga a editar esas imágenes para evitar aberraciones ópticas y realizar lo que se llama “cosidos” unir los planos de interconexión.

La grabación de la escena requiere un guión especial, ya que la narrativa no es unidireccional como en el cine tradicional, sino que el usuario o espectador puede mirar en cualquier dirección. Esto obliga a crear una narrativa principal y otras secundarias.

Una vez que la escena está grabada se pasa al proceso de posproducción, donde se edita la imagen, se corrigen los defectos y se le añaden los efectos especiales (personajes en 3D añadidos, fluidos, escenarios fantásticos y una larga lista de posibilidades creativas).

Realidad Virtual digital

En este tipo de producción todos los elementos que aparecen son creados digitalmente a través de software de creación de modelados 3D, animación 3D, renderización de texturas y software de efectos especiales.

La Realidad Vitual digital crece cada día e invade todas las áreas de conocimiento científico desde la medicina a la psicología, ya que se ha demostrado que metodología de aprendizaje por inmersión es muy eficaz, como así lo demuestran los diferentes artículos publicados sobre la materia.

Realidad Virtual y efectos sonoros

La creación y edición de vídeo en 3D se complementa con los efectos sonoros. El sonido estéreo ha sido superado. Hoy podemos hablar de sonido inmersivo o sonido holofónico.

El sonido holofónico fue creado por el argentino Hugo Zuccarelli, 1980. Zuccalli estudio en el politécnico de Milán.

Su invención consiste en una cabeza de Dummy que reproduce un cráneo humano y que cuenta con dos micrófonos situados dentro de cada oreja. Este tipo de grabaciones se pueden escuchar con cualquier tipo de auriculares, (Zuccarelli también creo un sistema de reproducción sonora en espacios cerrados). Cuando escuchamos algunas de las grabaciones como la célebre sobre el corte de pelo, podemos sentir como las tijeras se mueven alrededor de nuestra cabeza.

Stanislav Grof en su libro *When The Impossible Happens: Adventures In Non-Ordinary Reality* (2006), nos habla de la primera vez que escuchó sonidos generados a través de la holofonía "No podíamos creer lo que estábamos experimentando. La grabación de Hugo tenía la misteriosa capacidad de reproducir cualidades acústicas en un largo espectro de sonidos con una viveza, exactitud y precisión de localización que era virtualmente imposible sin un control visual constante distinguir la percepción de los fenómenos grabados con acontecimientos actuales en el mundo tridimensional" (Grof, S. 2006, 248).

Más adelante habla de la importancia que este descubrimiento puede tener para el desarrollo tecnológico de la realidad virtual, para la fisiología y la patología del oído, la psiquiatría, la psicoterapia, la psicología así como para la televisión, el cine y otros dispositivos de entretenimiento.

A partir del producto desarrollado por Zuccarelli se están desarrollando otros proyectos sonoros como el sonido Binaural, que consiste en la emisión de diferentes frecuencias sonoras a cada oído del receptor.

El sonido Binaural sirve de base para numerosas investigaciones científicas relacionadas con el comportamiento de nuestro cerebro frente a este tipo de ondas sonoras.

B2) Realidad aumentada

Según Bloomberg el 17 de julio de 2016 había en el mundo más de 40 millones de usuarios activos de Pokemon Go, el juego de realidad aumentada de Nintendo. Solo una semana después de su lanzamiento, las acciones de Nintendo se incrementaron en 7500 millones en una semana. ¿Pero como funciona esta tecnología y en que consiste?

D.W.F. van Krevelen y R. Poelman, científicos de la Universidad de Delft en Holanda, definían la realidad aumentada como una tecnología que permitía experimentar con los sentidos y percibir objetos realizados mediante procesos computacionales en el mundo real. Hablaban de las enormes posibilidades que se ofrecían para mecánicos a la hora de reparar automóviles, cirujanos durante las operaciones o incluso poder leer los menús de los restaurantes en la calle antes de entrar en ellos. "La realidad aumentada es la tecnología para crear una nueva generación de interfaces basados en la realidad y se está moviendo desde laboratorios alrededor del mundo hacia varias industrias y mercados de consumidores". (Krevelen y Poelman, 2010, 1).

La realidad aumentada permite establecer un vínculo muy demandado por industria y consumidores, el encuentro entre lo real y lo virtual. Pokemon Go es solo un ejemplo, pero ya se habla de que en muy poco tiempo la inmensa mayoría de nuestros teléfonos serán capaces de reconocer los monumentos que nos rodean y al capturarlos con nuestras pantallas aparecerá información en realidad aumentada indicándonos los aspectos más relevantes de los mismos. Con algoritmos similares a los que utiliza Shazan para descubrir la melodía que estamos escuchando o la fotografía que estamos viendo, pronto podremos saber toda la información sobre todo aquello que nos rodea.

La realidad aumentada nos permite participar de un mundo digital e interactuar en él, cuando Neo en Matrix, Tony Stark en Iron Man o John Anderton en Minority Report, interactuaban con elementos tridimensionales virtuales en entornos reales no nos estaban anticipando un futuro muy lejano, nos estaban mostrando una tecnología que ya está al alcance de casi todos nosotros.

Esta tecnología como analizaremos en las conclusiones, no hay que verla como un elemento aislado, sino en relación con otras, lo que multiplica sus posibilidades creativas y narrativas.

B3) Realidad 360º

¿En qué se diferencia la Realidad Virtual, de la Realidad Aumentada y de la Realidad 360º?

En 2002 Go Pro comenzó a fabricar cámaras de vídeo de acción. Pequeños dispositivos capaces de soportar lluvia, golpes, polvo, viento y cualquier inclemencia física. En poco tiempo se creo todo un segmento de este tipo de dispositivos que permitía a los usuarios reproducir sus vivencias más impresionantes, (esquí, windsurf, surf, mbt, ciclismo, buceo, running…). Esas grabaciones permitían a quién las veía recrear esos intensos momentos de acción. A partir de 2013 se comenzó a desarrollar un software capaz de unir las imágenes procesadas por un conjunto de cámaras Go Pro, había nacido la tecnología 360 que permitía a los usuarios visionar los entornos como si estuviesen dentro de la acción.

A partir de 2015 las principales compañías del sector, Samsung, Canon, Nikon, Ricoh, Kodak o LG, han entrado en el sector ofreciendo modelos HD a precios muy competitivos.

¿Qué supone la grabación 360º en la narrativa audiovisual?

La inmersión.

Esta tecnología permite a los espectadores revivir mediante gafas de realidad virtual experiencias audiovisuales generadas por otras personas. A partir de ahora podremos sentir la sensación de estar en el Front Row de una exclusiva pasarela de moda, sentarnos de copiloto en una competición de F1, tirarnos en paracaídas o visitar cualquier museo, edificio o entorno natural del planeta. Nos encontramos ante un de las herramientas audiovisuales más importantes de los últimos años.

En esta primera fase de introducción de esta tecnología, como en los inicios del cine, las primeras grabaciones son simplemente registros de la realidad, al igual que la famosa "L'Arrivée d'un train en gare de La Ciotat" de los hermanos Lumiere, pero pronto comenzaremos a ver películas y documentales grabados así.

B4) Photogrammetry

La fotogrametría se comenzó a usar por primera vez en la década de 1980, como una técnica topográfica para hacer un escaneado detallado de la superficie de nuestro planeta.

Según Luhmann, T., Robson, S., Kyle, S., & Boehm, J, la fotogrametría se ha convertido en una poderosa técnica fácil de utilizar para ingenieros, científicos y otros profesionales que quieran obtener medidas precisas en 3D de objetos complejos.

La fotogrametría precisa para su ejecución de complejos algoritmos que transforman las imágenes planas obtenidas a través de múltiples cámaras de fotografía en modelos hiperrealistas de la realidad en 3D.

Un ejemplo del uso de la fotogrametría en la ficción lo encontramos en la serie de televisión de HBO, "Juego de Tronos". Steve Kullback, productor de efectos especiales de la serie comenta sobre esta nueva tecnología "Hicimos análisis de Fotogrametría de prácticamente todos los personajes heroicos tanto con maquillaje como sin maquillaje, Clear Angle Studios hicieron el escaneado, colocaron una tienda muy cerca de la zona de rodaje capaz de registrar a 100 personas por día, también escaneamos una ingente cantidad de texturas, así como de vestuarios y accesorios"

https://www.fxguide.com/featured/game-of-thrones-fifth-season-of-extraordinary-effects/

La fotogrametría no solo se puede usar a través de un set de fotografía, también se puede programar un drone para que fotografíe cualquier gran objeto, terreno o edificio para posteriormente convertirlo en una imagen editable de 3D.

Esta tecnología supone un gran avance en los efectos especiales y abre nuevas posibilidades creativas. Solo tenemos que comparar las grandes superproducciones de Hollywood de Cecil B de Mille que dirigió a miles de extras en películas como Rey de Reyes (1928) con la escarizada Señor de los anillos de Peter Jackson, que necesitó de 260 artistas de efectos visuales.

La fotogrametría permitirá en un futuro cercano crear películas interpretadas por actores digitalizados. La película Fast and Furious 7 utilizó una versión digitalizada del actor Paul Walker (fallecido durante el rodaje), en su escena final. Los actores ya están apareciendo digitalizados en la industria del videojuego y podemos afirmar que el cine y el videojuego son caminos convergentes.

B5) Videojuegos

Se ha escrito mucho de la industria del videojuego, su evolución y como hemos visto al inicio de este artículo las ingentes cantidades de dinero que mueven y la penetración que tiene en nuestra sociedad.

Solo me voy a detener en un aspecto de los vídeo juegos que está comenzando a influir en la narración audiovisual de las películas. Tomemos como ejemplo dos de los más exitosos GTA y LOL. El próximo GTA VI (Grand Theft Auto VI) costará entre 260 y 300 millones de dólares –la película Star Wars: El despertar de la fuerza costó entre 175 y 200 millones de dólares–. El éxito de esta franquicia consiste en que permite a los jugadores elegir entre tres personalidades diferentes para jugar. GTA V ha vendido 60 millones de copias, si lo multiplicamos por el precio medio de 60 euros cada juego, tenemos la cantidad de 4200 millones de dólares de facturación.

LOL o League of Legend es un juego multi-jugador en línea basado en los juegos de rol. Según Forbes, LOL tiene más de 100 millones de jugadores mensuales.

¿Qué hace a estos dos juegos tan atractivos para la gente?

Experiencias lo más vívidas posibles.

Esta tendencia de ser protagonista dentro de un escenario virtual se va a ir incrementando a la vez que se va a ir perfeccionando. Quizás el universo de "Total Recall" (1990) de Paul Verhoeven no esté tan lejano.

Late Shift es la primera película interactiva con 7 finales diferentes. En la página web de la película encontramos esta descripción "Mira y juega con la primera película cinemática interactiva en tu tableta, smartphone o Apple TV. El destino del héroe estará en tus manos."

La Michigan State University, ha creado un sistema de inteligencia artificial que permitirá a los videojuegos adaptarse al comportamiento de los jugadores para hacer juegos más desafiantes.

B6) Pantallas verticales.

La llegada de los teléfonos inteligentes está generando ingentes cantidades de vídeos domésticos verticales. Que diría Orson Wells o Alfred Hitchcock sobre la proliferación de las pantallas verticales.

VFF , Vertical Film Festival, es el primer festival dedicado a cortometrajes verticales. En 2016 hacen su segunda edición. Este festival se celebra en Australia.

Este es un ejemplo de cómo los últimos años están trastocando todas las convenciones narrativas audiovisuales: pantallas verticales, multipantallas, realidad envolvente, finales abiertos, producciones interactivas, comunidades de espectadores que se organizan para presionar sobre los contenidos y una larga lista que los más académicos podrían considerarían irreverencias.

C) Globalización y transcreación

Por último vamos a hablar de la globalización y de la transcreación.

¿Qué es la transcreación?

Podemos comenzar a definir la transcreación utilizando esta frase de Mandela:

"Si hablas a un hombre en la lengua que entiende, el mensaje irá a su cabeza. Si le hablas en su lengua irá al corazón".

La transcreación es un término que proviene de la lingüística y que consiste en adaptar un texto de una forma más compleja que la propia traducción, adaptándose a la manera expresiva de la lengua que lo recibe.

La globalización de bienes y servicios ha obligado a las agencias de publicidad a adaptar sus mensajes comerciales a cada una de las poblaciones a las que dirigen sus productos de forma que puedan llegar al "corazón de los consumidores".

¿Es Inside Out de Pixar la primera película que utiliza la transcreación?

Pete Docter, director de Pixar explica la creación de escenas adaptadas a diferentes audiencias para conseguir mayor impacto local.

"Aprendimos que alguno de nuestro contenido no tendría sentido en otros países. Por ejemplo en Japón el brócoli no está considerado "asqueroso". A los niños les encanta. ¿Les preguntamos, que es lo que te resulta asqueroso? Dijeron que pimientos verdes, por eso

remodelamos y volvimos a animar esta escena sustituyendo el brócoli por pimiento verde. También ofrecimos una versión con fútbol en vez de hockey".

http://www.slate.com/blogs/browbeat/2015/07/30/inside_out_director_pete_docter_explains_why_pixar_re_animated_certain_scenes.html

Otras películas que han recurrido a la transcreación han sido IronMan 3 o Pixels.

Facebook antes de cambiar su icono de "Like", estuvo meses testando los seis Emoji (Like, Love, Haha, Wow, Sad, Angry) por todo el mundo para evitar que en algún país tuviesen connotaciones negativas.

https://www.wired.com/2016/02/facebook-reactions-totally-redesigned-like-button/

El futuro nos hace ser optimistas y podemos pensar que representaciones erróneas como por ejemplo un Madrid donde se habla español con acento mexicano y se usan sombreros mariachis como en "007: Solo para tus ojos" van a pasar a la historia o ya lo están haciendo.

Cada vez más, veremos contenidos audiovisuales adaptados a nosotros, como si la uniformidad desarrollada por la globalización hubiese tocado fondo y ahora, como el universo, se contrajera tratando de establecer vínculos próximos y particulares.

E) Conclusiones

En primer lugar podemos afirmar que las nuevas generaciones Millennials y Generación Z, presentan en la adolescencia nuevos hábitos de consumo muy diferentes a los experimentados a esa edad por otras generaciones como la de los Baby Boomers, Esta inmersión en el consumo audiovisual, multicanal, interactivo y a la medida está influyendo decisivamente en el desarrollo científico y en la creación audiovisual.

En segundo lugar, podemos afirmar que la revolución audiovisual es una revolución científica en la medida en que los principales actores de esta revolución no proceden de la comunicación y de la narrativa, sino de la ciencia y la ingeniería.

En tercer lugar, podemos observar que la industria está siendo sensible a estos cambios y se está adaptando de forma muy rápida a las nuevas demandas de los consumidores, incentivando a través de la inversión en I+D+i los desarrollos científicos vinculados a la misma.

Por último, ¿nos encontramos ante un nuevo cambio de paradigma narrativo?

Sin duda podemos afirmar que los creadores/as de contenidos audiovisuales se encuentran ante un nuevo cambio sustancial de su profesión. Van a tener que tener en cuenta muchos de estos parámetros a la hora de plantearse sus creaciones.

En primer lugar, el público cada vez está más segmentado y cada generación tiene comportamientos claramente diferenciados frente a la información que recibe y esto parece que se va a ir acentuando en el futuro.

Los consumidores demandan cada vez más productos a su medida y "conversaciones" con las marcas, productos o servicios. En un mundo globalizado esto podría obligar a aquellos creadores/as que pretendan desarrollar un producto de alcance global a analizar en detalle los lugares donde se va a ver su proyecto y tenerlo en cuenta (El mercado chino cada vez va a tener más influencia en los guiones y en el casting de las próximas superproducciones).

Otro desafío al que se tienen que enfrentar industria y creadores es la de crear productos que tienen que funcionar correctamente en múltiples dispositivos independientemente de las características de los mismos, ya sean en formato tipo móvil o en pantallas panorámicas de cine. Lo mismo que las webs se han hecho responsivas, las películas también tendrán que hacer algo parecido.

El público seguirá demandando tener una participación más activa en los contenidos audiovisuales, pidiendo colaborar en el desarrollo de las narraciones. Por ejemplo:

a) Vía redes sociales, (recordemos que el público solicitó el regreso de Bobby Ewing (Patrick Duffy) en la serie de televisión Dallas (1984) después de su accidente mortal y los guionistas decidieron que los 31 episodios de 1985-1986 fueron un sueño de su mujer Pam (Victoria Principal).

b) A través de finales abiertos.

c) directamente mediante historias que se van construyendo sobre la marcha mediante la utilización de inteligencia artificial y análisis de comportamiento.

También tenemos que tener en cuenta que la Realidad Virtual, la Realidad Aumentada, así como los vídeos 360º están en una fase muy inicial de desarrollo. Quizás dentro de muy poco tiempo nos encontraremos en un espacio silencioso, sin pantalla y proyección comiendo palomitas, provistos de unas gafas de realidad virtual, unos auriculares con sonido holofónico y unas butacas que se muevan y estimulen nuestros sentidos olfativos, gustativos, táctiles, así como la termorrecepción (sentido del calor), la nocicepción (sentido del dolor), la proplocepción (sentido kinestésico) y la equilibriocepción (sentido del equilibrio).

En este mundo de presente y futuro híper tecnificado, donde la ciencia está marcando el rumbo y donde el lenguaje audiovisual se ha convertido en el medio indiscutible para toda la humanidad se nos presenta un devenir apasionante, donde la creación audiovisual y la ciencia van a estar más unidas que nunca.

F) Bibliografía

Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and virtual environments*, *6*(4), 355-385.

Brown, C. P., & Duda, R. O. (1998). A structural model for binaural sound synthesis. *IEEE transactions on speech and audio processing*, *6*(5), 476-488.

Burdea, G. C., & Coiffet, P. (2003). *Virtual reality technology* (Vol. 1). John Wiley & Sons.

Chen, M., Zhang, D., & Zhou, L. (2007). Empowering collaborative commerce with Web services enabled business process management systems. Decision Support Systems, 43(2), 530-546.

Daniel, J., Moreau, S., & Nicol, R. (2003, March). Further investigations of high-order ambisonics and wavefield synthesis for holophonic sound imaging. In *Audio Engineering Society Convention 114*. Audio Engineering Society.

García, F. G. (2012). De la convergencia tecnológica a la convergencia comunicativa en la educación y el progreso. *Revista ICONO14. Revista científica de Comunicación y Tecnologías emergentes*, *4*(1), 1-19.

García, F. G. (2012). Una aproximación a la historia de la retórica. *Revista ICONO14. Revista científica de Comunicación y Tecnologías emergentes*, *3*(1), 1-28.

García, F. G. (2012). Videojuegos y virtualidad narrativa. *Revista ICONO14. Revista científica de Comunicación y Tecnologías emergentes*, *4*(2), 1-24.

García, F. G., & Barrio, M. G. (2012). El Mare Nostrum Digital: mito, ideología y realidad de un imaginario sociotécnico. *Revista ICONO14. Revista científica de Comunicación y Tecnologías emergentes*, *7*(1), 7-30.

García, F. G., Barrio, F. G., Medina, J. F. D., & Arroyo, R. G. (2011). Señas de identidad del "nativo digital". Una aproximación teórica para conocer las claves de su unicidad. *Cuadernos de documentación multimedia*, *22*, 110-127.

García, F. G., Barroso, C. L., & Guardia, M. L. G. (2010). La construcción globalizada del logo-símbolo y la globalización de la marca a través del mismo/The global construction of the logo-symbol and the globalization of the brand through the same one. *Historia y Comunicación Social*, *15*, 125.

Gee, J. P. (2016). *Gaming lives in the twenty-first century: Literate connections*. G. Hawisher, & C. Selfe (Eds.). Springer.

Gerhardt, W. (2008). Prosumers: a new growth opportunity. *Cisco Internet Business Solutions Group IBSG*.

Grof, S. (2006). *When the impossible happens: Adventures in non-ordinary realities*. Sounds True.

Heilig, M. L. (1992). El cine del futuro: The cinema of the future. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, *1*(3), 279-294.

Howe, N., & Strauss, W. (2009). *Millennials rising: The next great generation*. Vintage.

Jones, V., Jo, J., & Martin, P. (2007, February). Future Schools and How Technology can be used to support Millennial and Generation-Z Students. In *ICUT 2007 (Proc. B), 1st Int. Conf. Ubiquitous Information Technology* (pp. 12-14).

Latorre, A., Del Rincón, D., & Arnal Hurtado, J. (1996). Metodología constructivista/cualitativa. *Bases Metodológicas de la Investigación Educativa*.

Luhmann, T., Robson, S., Kyle, S., & Boehm, J. (2015). Close-Range Photogrammetry and 3D Imaging. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, *81*(4), 273-274.

Nicol, R., & Emerit, M. (1999, March). 3D-sound reproduction over an extensive listening area: A hybrid method derived from holophony and ambisonic. In *Audio Engineering Society Conference: 16th International Conference: Spatial Sound Reproduction*. Audio Engineering Society.

Seemiller, C., & Grace, M. (2016). *Generation Z Goes to College*. John Wiley & Sons.

Segovia Cevallos, A. F. (2011). Aplicación de la multimedia y el video para una propuesta experimental donde se unirá el video estereoscópico con el sonido holofonico para demostrar que juntando estos dos formatos la experiencia des espectador mejoraría.

Slama, C. C., Theurer, C., & Henriksen, S. W. (1980). *Manual of photogrammetry* (No. Ed. 4). American Society of photogrammetry.

Steuer, J. (1992). Defining virtual reality: Dimensions determining telepresence. *Journal of communication*, *42*(4), 73-93.

Sutherland, I. E. (1964, January). Sketch pad a man-machine graphical communication system. In *Proceedings of the SHARE design automation workshop* (pp. 6-329). ACM.

Taylor, L. (2015). Transcreation, Transformance, and the Fertility of Difference. *Worlds of Difference: Rethinking the Ethics of Global Education for the 21st Century*, 103.

Van Krevelen, D. W. F., & Poelman, R. (2010). A survey of augmented reality technologies, applications and limitations. *International Journal of Virtual Reality*, *9*(2), 1.

Wagner, D., & Schmalstieg, D. (2009, July). History and future of tracking for mobile phone augmented reality. In *International Symposium on Ubiquitous Virtual Reality* (pp. 7-10). IEEE.

G) Webgrafía

http://euw.leagueoflegends.com

http://nil.fdi.ucm.es

http://web.mit.edu

http://www.acousticintegrity.com

http://www.forbes.com

http://www.marketingdive.com

http://www.nielsen.com

http://www.rockstargames.com

http://www.statisticbrain.com/youtube-statistics

http://www.theesa.com

http://www.tv.com

https://cassandra.co

https://newzoo.com

https://www.ofcom.org.uk

https://www.shazam.com

https://www.thinkwithgoogle.com

https://www.youtube.com/yt/press/statistics.html

https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/consumer-business/ch-en-consumer-business-made-to-order-consumer-review.pdf

https://www3.oculus.com/en-us/rift

Visiones de lo invisible: La fotografía científica del siglo XIX y su importancia en la configuración epistemológica de la imagen en la cultura contemporánea.

Ricardo Guixà Frutos

Facultad de Bellas Artes. Universidad de Barcelona.

rguixa@ub.edu

C/ Alemanya, 68. 08201 Sabadell. Barcelona

937277922 y 615684933

Palabras clave

Fotografía, ciencia, epistemología, siglo XIX, imagen, conocimiento.

Keywords:

Photography, science, epistemology, nineteenth century, image, knowledge.

Resumen

Esta ponencia es un estudio sobre el papel desempeñado por la fotografía científica del siglo XIX en la construcción de un nuevo paradigma cognoscitivo, predominantemente visual, en el que la imagen mecánica trasciende los límites perceptivos del ser humano para adquirir una auténtica función heurística, capaz de proporcionar verdadero conocimiento.

Por medio del recorrido histórico de las sucesivas aplicaciones de la fotografía en el ámbito de la investigación científica, y las conquistas que fue logrando en las últimas décadas del ochocientos, se analiza el alcance de su influencia en la configuración del

actual estatus epistemológico de la imagen fotográfica, y las causas que han hecho de ella un dispositivo privilegiado en los diferentes campos de su aplicación que buscan el conocimiento racional del universo natural que nos rodea.

Partiendo de la comprensión de la naturaleza técnico-científica del propio medio, se estudia cómo la capacidad de los productos de la cámara para superar las barreras de nuestros sentidos, ampliando el horizonte de lo que es posible ver instrumentalmente, propició un salto cualitativo en las posibilidades cognitivas de sus imágenes, superando así una función meramente documental y divulgativa que generó un nuevo panorama de sorprendentes descubrimientos, situando a la ciencia en los albores de una novedosa concepción de lo real cuyas consecuencias perduran hasta nuestros días.

Durante este período, la fotografía y sus derivados renovaron la iconografía científica, desde lo infinitamente grande a lo infinitamente pequeño, convirtiéndose desde entonces en el sistema de presentación dominante en los más variados ámbitos del saber.

Abstract

This paper focuses on the role played by scientific photography of the nineteenth century in the construction of a new, predominantly visual cognitive paradigm, in which the mechanical image transcends the perceptual limits of the human being to acquire a genuine heuristic function, capable to providing true knowledge.

Through the historical overview of successive applications of photography in the field of scientific research, and though the conquests which were achieved in the last decades of the nineteenth century, the extent of its influence is analyzed in shaping the current epistemological status of the image photographic, and the causes that have made it a special device in the different fields of application seeking rational knowledge of the natural world around us.

Starting from the understanding of the technical and scientific nature of the medium itself, the capacity of the camera products to overcome the barriers of our senses is studied, expanding the horizon of what is possible to see instrumentally, it led to a qualitative leap in the cognitive possibilities of their images, thus overcoming a merely documentary and informative function that generated a new panorama of surprising discoveries, placing science at the dawn of a new conception of reality whose consequences remain to our days.

During this period, photography and its derivatives renewed scientific iconography, from the infinitely large to the infinitely small, becoming since then the dominant presentation system in the most varied fields of knowledge.

Introducción

Esta investigación es un análisis de la fotografía concebida como un instrumento capaz de generar un nuevo modo de conocimiento, caracterizado por sobrepasar las fronteras fisiológicas impuestas por nuestros sistemas de percepción visual, así como de su papel en la construcción ontológica del medio fotográfico y el estatuto epistémico de sus representaciones.

Objetivos

Estudiar la fotografía desde un perspectiva cognoscitiva a través de su interacción con la ciencia durante el siglo XIX.

Determinar la verdadera influencia de la fotografía científica en la configuración epistemológica de la imagen fotográfica en la actual sociedad de la comunicación.

Metodología

Se aplica el método histórico en su doble vertiente, heurística y hermenéutica; es decir, crítica y valoración de las fuentes primarias, en un primer estado, y de análisis e interpretación de las mismas, en un segundo. En esta fase, se suma la perspectiva epistemológica, tanto desde un punto de vista cognoscitivo, relativo a la capacidad de conocimiento científico considerado en sí mismo, como historiográfico, entendido como evolución de las formas y métodos del conocimiento científico.

1. Ilustración científica: la imagen precisa

Con el advenimiento de la ciencia moderna basada en la observación, la imagen adquirió un nuevo estatus epistemológico que comportó un significativo auge de los sistemas de representación gráfica. El análisis de los fenómenos naturales iniciado durante el siglo XVI, requería un sistema de recopilar datos en el que dibujos e ilustraciones permitían a los científicos visualizar aquello que únicamente había sido propuesto con palabras, facilitando su divulgación.

A diferencia de épocas anteriores, estas imágenes buscaban ceñirse de manera precisa a la naturaleza observada para garantizar la máxima objetividad posible. Este nuevo espíritu queda patente las palabras del botánico Leonhart Fuchs quien, tras justificar la necesidad de incluir "picturae" en un libro sobre botánica, escribe:

> Por lo que se refiere a las ilustraciones mismas, cada una de las cuales ciertamente se ha representado de acuerdo a dibujos e imágenes de plantas vivas, únicamente hemos procurado que fuesen perfectísimas, hasta el punto de que aplicamos la mayor diligencia para que cada planta se pintase con sus raíces, tallos, hojas, flores, semillas y frutos. Deliberadamente tuvimos cuidado de que la forma natural de las plantas no se postergase por sombras y otras cosas menos necesarias en las que a veces los pintores hacen estribar la gloria del arte, ni toleramos que los artífices cediesen a sus caprichos, de modo que después la ilustración reflejase peor la verdad.[xl] (Fuchs, 1542: f. α 6v)

Figura 1. Leonhart Fuchs. Calechutischer Pfeffer. Lámina CCCCXVIII. New Kreuterbuch, Basel 1543. Smithsonian

De esta forma, la verosimilitud dependía del propósito de su autor, pero también de su habilidad para trasmitir en las ilustraciones aquello que había percibido, ya que su trabajo

consistía en dar forma e imagen a descripciones y teorías elaboradas desde la ciencia, para así reafirmar visualmente los textos de los estudios de las diferentes disciplinas a las que apoyaba. En los círculos artísticos era considerada básicamente un arte aplicada.

Durante las siguientes centurias, aunar las facultades del observador agudo y paciente con las del dibujante hábil y meticulosos, fueron los requisitos imprescindibles del oficio. Desafortunadamente, la mayoría de investigadores no estaban preparados para acometer ellos mismos esta labor con éxito.

Por otro lado, hay que considerar que, por muy objetivo que pretendiera ser el dibujante, los diferentes géneros de ilustración científica se basan en fórmulas gráficas codificadas, ya que toda representación supone una reducción de datos visuales que el artista selecciona en función de sus conocimientos sobre el tema y la pertinencia de los rasgos a destacar. Ciertamente, crear un dibujo con intención documental, entraña la trascripción al papel del acto temporal de la mirada mediante los recursos propios de la expresión gráfica, que condensan una experiencia sensorial en la que están implicados todos los sentidos y la ineludible emotividad del observador.

Paralelamente, durante este período, la progresiva pérdida de confianza en la visión fisiológica, provocada por el descubrimiento de la inevitable subjetividad de la capacidad perceptiva del ser humano,[xli] acentuó la sensación de parcialidad en las representaciones tradicionales, por lo que empezaron a utilizarse ayudas instrumentales en la ejecución de estas imágenes.

2. La fotografía: una nueva herramienta para la ciencia

En este contexto surge la fotografía como una consecución lógica de las máquinas de ver y dibujar, en un intento de auxiliar al investigador en su tarea, y con un afán por superar las limitaciones inherentes a nuestro equipamiento cognitivo de manera mecánica. Bajo este punto de vista, la confluencia de fotografía y ciencia era inevitable. Más allá del conocimiento científico necesario para la consecución de la misma, la relación que desde su aparición se estableció entre ambas trascendió la servidumbre de los sistemas de representación tradicionales, para llegar a convertirse en un instrumento capaz de permitir una comprensión de la realidad de mayor alcance y precisión, asumiendo toda la carga ideológica inherente al método científico.

2.1. Representaciones veraces, documentos imparciales

Con la definitiva implantación del modelo de saber propugnado por la ciencia positiva durante el ochocientos, que priorizaba la observación y la experimentación empírica como fundamentos del saber verdadero, la fotografía encontró un campo abonado en el que demostrar su superior capacidad para crear representaciones visuales de carácter documental, relevando en esta labor a las técnicas quirográficas tradicionales. Durante su progresiva implantación, reforzó las virtudes asociadas a su naturaleza instrumental y tecnológica, asentado su predominio sobre la imagen de lo real hasta llegar a constituirse como un modelo de precisión y fiabilidad.

Efectivamente, A finales del siglo XVIII y principios del XIX, la naciente ciencia empezaba a trabajar bajo un nuevo paradigma epistemológico basado en hechos que podemos verificar. Pero en este proceso de revisión, los sentidos se manifestaban limitados, dado que las investigaciones en torno a ellos estaban demostrando una falta de fiabilidad de los datos proporcionados. Como consecuencia, se hizo necesario un sistema alternativo capaz de sustituir al ser humano en esta tarea. La tecnología acudió en su ayuda, y comenzaron a proliferar máquinas y artefactos diseñados para medir, pesar y cuantificar con precisión el mundo material.

La fotografía supuso la culminación de esta búsqueda en el terreno de la representación visual, iniciada con la perspectiva durante el Renacimiento. La cámara capturaba la realidad mediante el poder de la óptica y la química asociados, sin intervención de la mano del artista, materializando la intangible y efímera imagen retiniana para superar la subjetividad perceptiva del ojo que mira.

Tomando la precaución de someter los datos observados a un proceso de ratificación experimental, la vista adquiría un nuevo predomino epistémico, que convertía todas sus extensiones en instrumentos privilegiados de conocimiento.

Desde el instante en que la cámara fue asumida como una máquina al servicio de la ciencia, empezó a beneficiarse de su credibilidad, heredando parte de su autoridad, y expandiendo entre amplias masas de la sociedad el crédito así obtenido hasta todos sus productos, convirtiéndose en “la retina del sabio”, parafraseando el termino sugerido por Jean-Baptiste Biot,[xlii] y acuñado en su versión definitiva por al astrónomo Jules Janssen en 1877.

Estimulados por las declaraciones de Arago durante en la presentación oficial del Daguerrotipo, los principales testigos del nacimiento coincidieron en destacar la

importancia de sus posibles aplicaciones en el campo de la ciencia. Retrospectivamente, llama la atención la sorprendente confianza de los primeros analistas. Tras los ensayos públicos de Daguerre se hizo evidente que, además de ser una imagen carente de color, los largos tiempos de exposición, y la limitada sensibilidad cromática del procedimiento, no permitían una utilización realmente efectiva en la mayoría de las ramas del saber a las que fue originalmente asociado. Pero el optimismo propio de la época, y la fe en la naciente ciencia, dieron la confianza necesaria para suponer que las mejoras del material fotosensible y las ópticas de la cámara no tardarían en llegar.

Con este espíritu, en una crónica publicada el mismo 1839, el doctor Pedro Felipe Monlau llegó a afirmar: "La iconografía científica experimentará una especie de evolución, sobremanera trascendental para la perfección de los estudios" (Riego, 2003: 34). Sin embargo, a pesar de que el tiempo acabaría por darle la razón, los resultados con autentico valor heurístico todavía se demorarían varias décadas, dejándola confinada durante este período a la función de un testigo mudo, rápido, preciso y objetivo de la realidad.

Así pues, durante los primeros años de su existencia, la tarea fundamental del nuevo medio de representación se centró en una sistemática catalogación visual del mundo. La cámara y las placas comenzaron a suplir al lápiz y el papel en la ardua tarea de registrar, describir y organizar todas las parcelas de la naturaleza que pudieran arrojar alguna información sobre el funcionamiento de lo real.

Figura 2. Charles Piazzi Smyth. El gran árbol Drago en Orotava. 1856. Rijksmuseum

De entre todas las ramas de estudio del saber decimonónico, las ciencias naturales y la arqueología fueron las primeras en sacar partido de la gran capacidad de la fotografía para almacenar información visual. La cámara vino a facilitar el trabajo de biólogos, botánicos, geógrafos, geólogos, y arqueólogos, aportando una precisión y rapidez inusitada a la creación de sus imágenes, logrando desmentir errores provocados por la excesiva simplificación de las ilustraciones que les precedían.

A estos les siguieron médicos y antropólogos, cuyas fotografías se ganaron una fama de objetividad sin igual, llegando incluso a reemplazar el objeto real a estudio, asentando de manera definitiva en la mentalidad popular su estatus de documento visual veraz, incapaz de mentir.[xliii] El carácter inicial de lo fotográfico, y el valor probatorio asociado a su ontología, sirvió para reforzar o desmentir hipótesis de trabajo. Y a pesar de que la habitual falta de rigor metodológico y de preparación de muchos de los operadores invalidaba su valor académico, estas imágenes eran presentadas frecuentemente por los mismos investigadores como pruebas irrefutables de una realidad sin distorsiones, convencidos de que el propio instrumento era de por si un método científico, y poseía un valor epistemológico incuestionable por el hecho de ser un sistema de representación mecánico.

2.2. La fotografía como fuente de conocimiento

Así pues, durante las primeras décadas de su existencia, el valor de representación veraz otorgado a la fotografía resultaba indudable; sin embargo, su contribución real al conocimiento había sido más bien escasa hasta el momento. Los estudiosos habían concedido a los productos de la cámara el valor de registros científicos siempre que habían sido realizados bajo el rigor de su método, o dentro del marco de una actividad reconocida como ciencia en su época, pero todavía no habían sido validados como instrumentos de investigación.

Para que la fotografía pudiera adquirir una verdadera función heurística, tuvo que traspasara las fronteras del simple testimonio, hasta llegar a convertirse en un dispositivo cognoscitivo de progreso. Para ello, fue necesario cruzar las barreras de la visibilidad, provocando un aumentó exponencial de su potencial para producir conocimiento.

En el último tercio del siglo XIX, una nueva evolución del material fotográfico permitió superar los límites de lo perceptible. Las mejoras en el terreno de la óptica y la química facilitaron nuevas aplicaciones que propiciaron el cambio hacia una nueva concepción de los registros de plata. Al proporcionar un saber que sólo se podía obtener por su

mediación, se creó una renovada percepción del medio que a permanecido arraigada hasta nuestros días.

3. Fotografías de lo invisible

Durante los últimos treinta años del ochocientos, la cámara se convirtió en una ventana hacia lo invisible, a través de la cual sabios y pensadores se asomaron a nuevos mundos. La fuerza documental adquirida por los depósitos de plata durante las anteriores décadas, creó enormes expectativas en torno a las posibilidades de una mejor comprensión del universo y sus enigmas. Los misterios más insondables parecían, al fin, poder ser resueltos merced al renovado poder de la cámara, abriendo un nuevo panorama de descubrimientos sorprendentes que situaron a la ciencia en los albores de una nueva concepción de lo real.

Los científicos decimonónicos, haciendo un alarde de inventiva considerable, se las ingeniaron para crear imágenes que permitieron visualizar y documentar el objeto de sus investigaciones. Con el paso de los años, y la proliferación de nuevas ramas de la ciencia surgidas al ritmo de los avances tecnológicos, aumentaron las áreas que incorporaban de manera habitual las técnicas fotográficas más recientes a su "modus operandi". Desde entonces, las cámaras y derivados pasaron a formar parte del elenco de instrumentos de expansión del conocimiento imprescindibles para el estudio positivo de la naturaleza.

Las ciencias basadas en la exploración visual fueron las primeras destinatarias de estas aplicaciones, muy especialmente aquellas que requerían el manejo de microscopios y telescopios, accesorios que dificultaban sobremanera el propio proceso de observación, y producían un tipo de imágenes de difícil traducción al lenguaje plástico del dibujo por tratarse de experiencias visuales poco comunes.

3.1. Lo infinitamente pequeño. La fotomicrografía

A principios del siglo XIX ya existían algunos microscopios asociados a una cámara oscura, por lo que el paso a la cámara fotográfica fue asumido como una fase más de su evolución natural. No obstante, hasta el último tercio del ochocientos no empezó a adquirir una verdadera presencia en los círculos científicos, debido principalmente al progreso tecnológico, a la creciente importancia del empleo del microscopio en diferentes ramas de estudio, y a la necesidad de comunicar de forma rápida los hallazgos obtenidos en las investigaciones. Estas imágenes despertaron una gran fascinación en la sociedad victoriana, particularmente las relacionadas con el estudio de los gérmenes, a causa de su directa relación con la salud de millones de personas.

En las postrimerías del siglo XIX, con la definitiva descalificación de la teoría de la generación espontánea a cargo de Louis Pasteur, las tesis de los microorganismos como causantes de enfermedades cobraron un renovado impulso, pasando de ser una intuición a una certidumbre. Ante la enorme variedad de formas y actividades de estos minúsculos seres vivos, surgió la teoría denominada "pleomorfismo", fundamentada en la idea de que adoptaban apariencias y funciones cambiantes dependiendo de las condiciones ambientales. Frente a estas conjeturas se encontraban las tesis "monomorfistas", respaldadas por científicos de la talla de Pasteur y Koch, convencidos de la especificidad y constancia morfológica y fisiológica de cada tipo de microorganismo.

Con la finalidad de poder corroborar alguna de las dos teorías, se impuso la tarea de identificar y clasificar los diferentes especímenes mediante una detallada descripción visual. La mejora técnica de los microscopios a partir de la segunda mitad del siglo, había facilitado a los expertos el estudio pormenorizado de seres vivos cada vez más pequeños, pero debido a su escala microscópica resultaba tremendamente difícil distinguir con precisión todos los elementos anatómicos. En estas circunstancias, las imágenes devinieron imprescindibles para poder comparar y comunicar los hallazgos de los diferentes científicos.

En un principio, la mayor parte de estas representaciones eran ilustraciones realizadas por los propios investigadores; pero, la evidente dificultad de las complicadas observaciones provocó que dos personas contemplando el mismo espécimen a través de un microscopio no vieran siempre las mismas formas y detalles, devaluando así su valor documental. Bajo este panorama, la fotomicrografía se presentó como una herramienta dotada de una objetividad fuera de dudas.

Durante este período, la circulación de imágenes de gérmenes provocó una enorme expectación entre los habitantes de las grandes urbes, generando un intenso debate en la comunidad científica entre los que defendían la tesis microbiana y sus detractores. La posibilidad de que un ser vivo invisible fuera el responsable de la transmisión de enfermedades capaces de matar a otros organismo inmensamente mayores, era contemplado por muchos biólogos y médicos escépticos como una fantasía situada al mismo nivel que las hadas y otros seres mitológicos. En este contexto, la fotografía acudió en ayuda de los estudiosos del tema, apoyada en la fama lograda por los productos de la cámara durante las anteriores décadas, e incrementando su valor de prueba documental al aliarse eficientemente con el microscopio. La existencia y variedad de tan minúsculos seres quedó patente en los registros de plata.

El fundador de la bacteriología Robert Koch, dio una importancia capital a la visualización de los agentes patógenos. Sus métodos de trabajo provocaron encendidos debates en la

comunidad científica, que le reprochaba el carácter empírico de sus observaciones. Koch estaba empeñado en demostrar la existencia y variedad de los microorganismos en relación con las distintas enfermedades, para ello, era fundamental conseguir una imagen clara y definida que permitiera la correcta identificación de las diferentes bacterias.

Decepcionado por los resultados obtenidos mediante el dibujo, se inició en microfotografía. El primer paso consistió en procurarse el mejor microscopio posible, a lo que siguió el desarrollo de diferentes técnicas de iluminación y preparación de las pruebas, ante la dificultad que suponía diferenciar las bacterias de otras células. En el transcurso de estos estudios observó que estos microorganismos absorbían un tinte artificial amarillo denominado colorante azoico, volviéndolas más visibles y fáciles de identificar. A partir de estas preparaciones, Koch realizó sus primeras fotografías, pero la calidad obtenida en un principio no estaba a la altura de las necesidades reales de la investigación.

Los problemas debidos a la sensibilidad cromática del colodión húmedo fueron parcialmente resueltos mediante la aplicación de filtros. La aparición del gelatino-bromuro de plata aumentó la calidad de las imágenes, a la par que redujo los tiempos de exposición, facilitando notablemente la toma de las placas. Con estas sustanciales mejoras, las reticencias del investigador fueron despejándose, hasta el punto que llegó a considerar a la propia fotografía más valiosa que la preparación original.

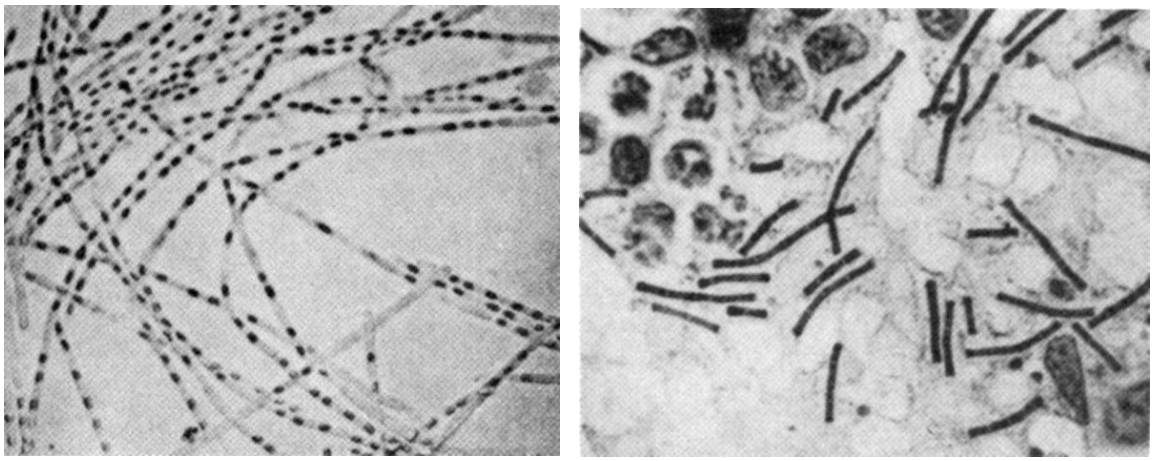


Figura 3. Robert Koch. Bacteria del Antrax. 1877. RKI

El trabajo de Koch tuvo la trascendental consecuencia de desmantelar las ideas pleomorfistas, y supuso la primera propuesta del concepto de especie dentro del mundo bacteriano. El insigne médico se esforzó constantemente en mejorar las técnicas de

visualización con la finalidad de obtener la mayor cantidad de información posible. En esta labor, las fotografías no fueron únicamente un medio de documentación, a partir de estas imágenes pudo reconocer las partes mas finas de los organismos estudiados, que no eran visibles mediante la simple observación a través del microscopio. Así, en 1877 descubrió las pestañas de las bacterias gracias a unas fotomicrografías tomadas por él mismo.

De esta manera, los hijos del daguerrotipo ganaron la autoridad suficiente para ilustrar los manuales de bacteriología, al tiempo que libros y revistas de popularización científica mostraron estas imágenes, convenciendo al gran público de la existencia de tan diminutos seres.

3.2. Lo infinitamente grande. La fotografía astronómica

El estudio del cosmos recurrió con gran expectación al medio fotográfico para sustituir la ardua empresa de ilustrar las inspecciones a través del telescopio. Sin embargo, los resultados iniciales fueron poco satisfactorios, debido principalmente a la baja sensibilidad de los nacientes materiales fotográficos, a la compleja luminosidad de los cuerpos celestes, y a la necesaria corrección del movimiento de la tierra mediante algún ingenio mecánico de precisión.

Tras los primeros e infructuosos intentos de retratar la luna, los astrónomos volcaron sus esperanzas en fotografiar la superficie del sol, así como todos los fenómenos a él asociados. El principal inconveniente que planteaba este reto era el exceso de luz, que permitía únicamente obtener imágenes del contorno y sus manchas.

Desde la antigüedad, los eclipses había tenido un gran interés para los estudios del cielo, debido principalmente a la información que podían proporcionar sobre el propio astro y el sistema solar en general;[xliv] pero la evidente dificultad de su observación hizo que los astrónomos recelaran incluso de su propia visión, ya que los distintos fenómenos percibidos durante el suceso podían confundirse fácilmente con ilusiones ópticas. En el siglo XIX aumentaron estas reticencias hasta tal punto, que se hizo indispensable un método de trabajo específicamente diseñado para poder solventarlas. Bajo este panorama, irrumpió la fotografía con toda su carga de imagen técnica fiel e infalible.

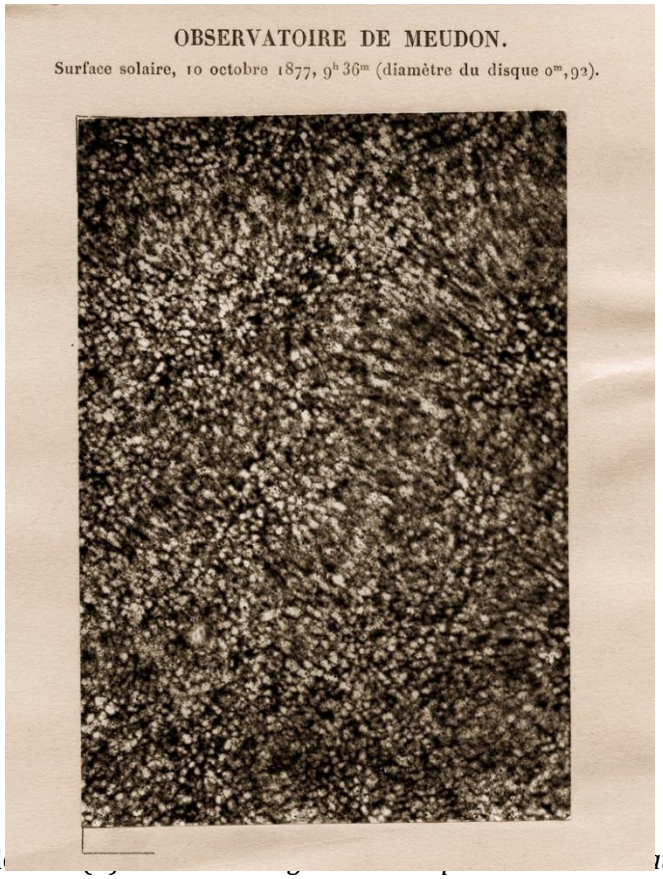
En el transcurso de los eclipses acaecidos a mediados del ochocientos, varios fotógrafos lograron captar las diferentes fases del evento; sin embargo, la fotografía todavía estaba lejos de suministrar los datos que podía aportar la técnica tradicional del dibujo. En 1857, el astrónomo aficionado Warren de la Rue inventó el fotoheliógrafo, primer instrumento específicamente diseñado para fotografiar el sol. A partir de su puesta a punto se empezaron a retratar sistemáticamente las manchas solares. Durante el eclipse solar total

de 1860 se pudo demostrar, gracias él, que las prominencias luminosas descritas por distintos observadores no eran efectos atmosféricos o simples ilusiones ópticas. La evidencia aportada por la cámara era un documento incontestable y se constituyó como el primer éxito de la fotografía astronómica en tanto que herramienta de observación.

El tránsito de Venus acaecido durante el 8 de diciembre de 1874, supuso un momento crucial en el desarrollo de la astrofotografía. Este esperado evento confirmó la consolidación de las aplicaciones de la cámara en el estudio científico del universo, a pesar de que los resultados obtenidos distaron mucho de ser satisfactorios, incluidos los proporcionados por el ingenioso "revolver fotográfico" creado específicamente para captar este acontecimiento por el astrónomo Jules Janssen. El esfuerzo internacional en este empeño marcó un antes y un después en el respeto que el estado y la comunidad científica profesaron a las aplicaciones fotográficas, reforzando, con él, su consideración de instrumento de registro visual, preciso y fiable, capaz de alumbrar alguna luz sobre las constantes de la mecánica celeste.

Figura 4. Jules Janssen. Fotografía de las variaciones de la "red fotosférica", 1877. BnF

Efectivamente, no hubo que esperar mucho tiempo para que se produjeran las primeras aportaciones verdaderamente decisivas en el campo de la astronomía. En 1877, el propio



Jassen tomó una serie de fotografías de la superficie solar que le permitieron llegar a la conclusión de que la fotosfera estaba constituida por una materia fluida, sometida a la influencia de fuerzas exteriores que producían en ella movimientos de enorme violencia; y que el revestimiento de materia luminosa, a la que el sol debe su poder irradiador, formaba una delgada capa continua alrededor del núcleo, pero roto por corrientes ascendentes que hacían que las partes de calma adquirieran el aspecto de una estructura globular. Este hallazgo permitió legitimar la fotografía ante la comunidad científica como una herramienta de investigación astronómica insustituible.[xlv]

Durante las últimas décadas del siglo XIX, las mejoras de los mecanismos de relojería para el seguimiento terrestre permitieron prolongar los tiempos de exposición. Paralelamente, el incremento de la sensibilidad de los materiales fotográficos, y los adelantos en la óptica de los telescopios, facilitaron sorprendentes hallazgos. En enero de 1883, el astrónomo Andrew A. Common consiguió fotografiar la nebulosa de Orión y, al mismo tiempo, los primeros cuerpos estelares de decimoquinta magnitud; es decir, estrellas cuyo brillo aparente estaba por debajo del umbral de visibilidad según la actual escala de magnitudes. De esta manera, la astrofotografía se impulsaba hacia el universo profundo, más allá de nuestro sistema solar y las fronteras del espacio conocido.

3.3. El tiempo detenido

A mediados del ochocientos se produjo un gran interés por el estudio científico del movimiento en el que la fotografía cumplió un papel de radical trascendencia, tanto para la investigación en sí misma como para el propio medio fotográfico. En este campo sobresalió la revolucionaria labor del fisiologísta francés Étienne Jules Marey, quien se ocupo de analizar y sintetizar las fases del desplazamiento físico, incorporando un enfoque visual y gráfico destinado a hacer visible procesos dinámicos imposibles de percibir directamente mediante nuestra vista. Para ello, tuvo que complementar sus observaciones diseñando y fabricando ingenios capaces de medir y visualizar la escritura misma de la naturaleza, aportando pruebas objetivas encaminadas a descubrir la síntesis del movimiento estudiado.

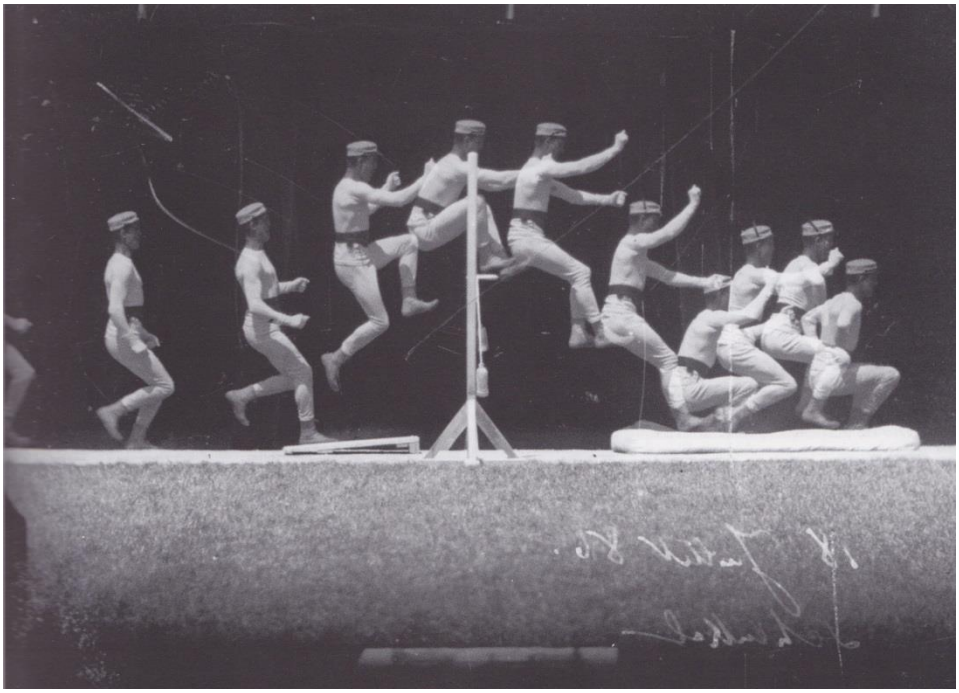
El primer encuentro de Marey con la fotografía se produjo en la cima de su carrera, durante el transcurso de las investigaciones sobre los mecanismos del galope del caballo. Siguiendo su método gráfico, realizó un innovador estudio sobre este tema, cuyos resultados presentó en el célebre y polémico tratado *La machine animal* de 1873, generando una enconada disputa entre los partidarios y detractores de sus teorías.[xlvi]

Para corroborar o desmentir estas tesis se recurrió a la fotografía, cuya fama de instrumento veraz ya estaba firmemente consolidada. El fotógrafo elegido fue Eadweard J.

Muybridge quien, en 1878, obtuvo una secuencia del galope de un caballo en la que se podía ver la posición exacta de las patas del animal en las diferentes fases del proceso, pudiéndose apreciar con claridad que los gráficos de Marey eran exactos. Estas imágenes fueron publicadas al año siguiente por la revista de divulgación científica *La Nature*, provocando el rápido interés del fisiólogo, que se encontraba estudiando el vuelo de las aves en el contexto más amplio de la locomoción aérea.

Defraudado con las fotografías de pájaros volando obtenidas hasta el momento, decidió crear un instrumental que cumpliera sus expectativas científicas, diseñando su propio sistema al que denominó cronofotografía. A una cámara de placas de 13x18 cm, Marey incorporó un disco obturador rotativo para secuenciar la exposición a intervalos de tiempo regulares, con el fin de representar superpuestas en una misma imagen las sucesivas posiciones del sujeto móvil en su trayectoria.

Figura 5. Cronofotografía, Étienne-Jules Marey, París, 1886. Cinémathèque Française.



Como complemento a esta particular cámara, ideó y construyó la "Station Physiologique du Bois de Boulogne", concebida como un laboratorio científico para el estudio del movimiento por medio de la fotografía. El éxito de esta infraestructura fue inmediato, y los primeros logros no se hicieron esperar. Tras los fructíferos ensayos con animales y

personas, extendió el área de aplicaciones a todos los campos de estudio de la cinemática, incluyendo la mecánica de los fluidos en general.

Las primeras cronofotografías se publicaron en *La Nature* en Julio de 1882, llamando la atención del numerosos científicos y artistas que, una vez superada la primera impresión de extrañeza ante las novedosas imágenes, alabaron asombrados la precisión científica del método y, sobre todo, la posibilidad de observar por primera vez el dinamismo de los seres vivos en toda su realidad.

3.4. Visualizar lo invisible

A principios de los años noventa, Marey inició una serie de experimentos sobre el movimiento de las olas, la locomoción de los peces y la hidrodinámica en general, con la esperanza de que estos estudios pudieran ayudar a perfeccionar los sistemas de propulsión empleados en la navegación marítima y facilitar, de paso, una solución al problema del vuelo aéreo.

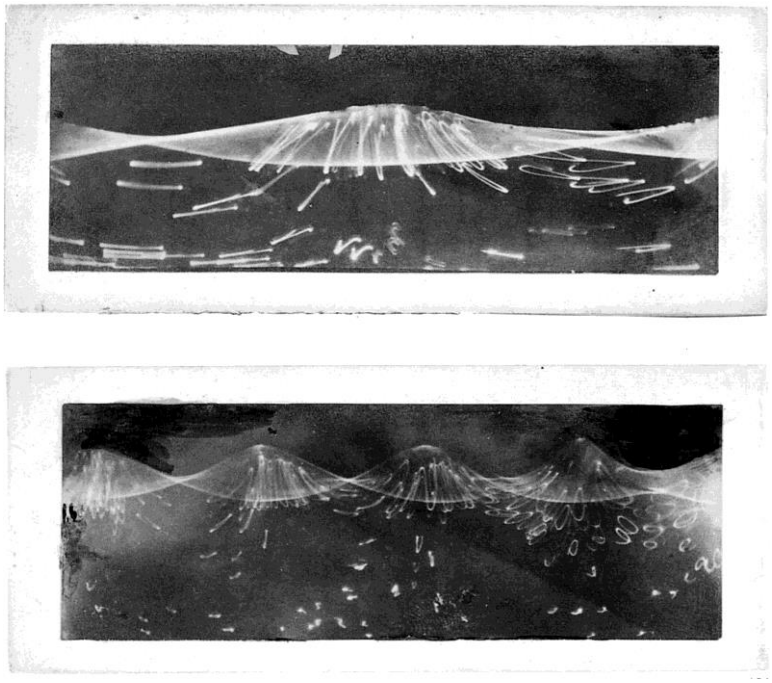


Figura 6. Étienne-Jules Marey, Hidrodinámica experimental, movimientos en el interior de los líquidos estudiados mediante la cronofotografía, París, 1892-93. Cinémathèque Française.

Con este fin, diseño un acuario especial, sustituyendo el fondo por un espejo para reflejar la luz hacia la superficie del agua, y la parte trasera por un panel negro. En este peculiar

recipiente, suspendió cientos de pequeñas bolas de cera plateada de la misma densidad que el agua salada que lo llenaba, para fotografiar el rastro dejado por su desplazamiento provocado por corrientes controladas. Las pequeñas esferas brillantes flotaban y se agitaban en función de la dirección y la intensidad del movimiento causado en el agua, en un hipnótico baile acuático que revelaba la cinemática del fluido estudiado.

En 1899, inspirado por los trabajos de Emile Müller y Ludwig Mach, Marey diseñó y construyó un ingenioso mecanismo que permitía hacer visible, y fotografiable, las turbulencias del aire por medio de finas corrientes de humo. El resultado fueron una serie de placas que culminaron brillantemente su carrera, conduciendo la fotografía a las puertas de una nueva función caracterizada por hacer visible lo que se creía ópticamente vacío. En este sentido, la cronofotografía enseñaba a ver más y mejor, al tiempo que certificaba nuestros límites perceptivos, confirmando, en definitiva, el grado de confianza que podemos otorgar a los sentidos.

Los trabajos de Marey sirvieron para poner de manifiesto de manera clara y evidente en todos los sectores de la sociedad, la capacidad de la fotografía para trascender lo humanamente visible, y mostrarnos una realidad fuera del alcance de nuestro conocimiento sensorial desnudo, asumiendo un mundo nuevo de posiciones aparentemente inverosímiles y de movimientos sorprendentes, en un proceso de reconciliación entre lo que vemos y lo que podemos llegar a ver gracias al poder revelador de la fotografía. Al proporcionar una información que no existiría de otra manera, el nuevo sistema de representación se situaba a la altura de los otros grandes aparatos ópticos del pasado: el telescopio y el microscopio.

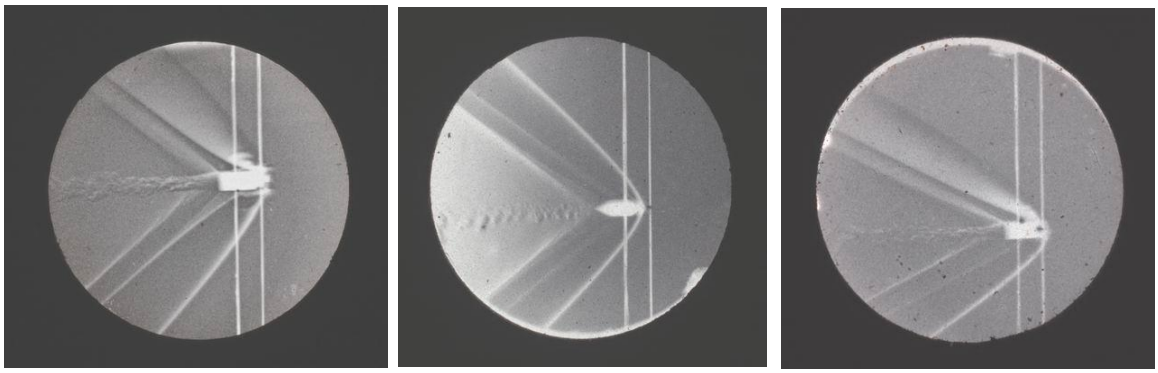
3.5. La imagen del sonido

Dentro del estudio sobre la percepción cinética destacó el trabajo de Ernst Mach quien, entre 1873 y 1893, se dedicó al estudio de la aerodinámica para velocidades superiores a las del sonido, desarrollando técnicas ópticas y fotográficas de visualización, medición y propagación de las ondas acústicas generadas por proyectiles, creando una metodología de trabajo basada en el rigor de la observación y el experimento a partir de conceptos previos.

En sus primeros intentos trató de captar las ondas de choque sobre un cristal cubierto de hollín mediante una descarga eléctrica, pero no obtuvo resultados satisfactorios. Con la aparición las placas de gelatino-bromuro de plata de alta sensibilidad, sus ensayos se dirigieron hacia la fotografía. En 1884 Mach fotografió el disparo de una bala, iluminándola únicamente por el chispazo eléctrico producido por una botella de Leiden. El destello fue suficiente para detener el movimiento del proyectil, pero no para retratar el

ruido producido al traspasar la barrera del sonido. El problema, por tanto, no era una simple cuestión de rapidez, sino de visualización de una manifestación asociada a un sentido diferente al de la vista.

Figura 7. Ernst Mach. Hondas de choque de una bala, Praga, 1888. Deutsches Museu.



Para resolver esta sinestesia, Mach ideó un innovador procedimiento basado en el método Schlieren mejorado por Toepler, pensado para captar, mediante la proyección de su sombra o con un patrón de interferencia, la alteración provocada en la luz por un estallido. Con esta técnica, ayudado por el doctor Peter Salcher y en colaboración con su hijo Ludwig, obtuvo en 1886 las primeras fotografías en la que podía apreciarse la bala congelada y la característica onda de choque con forma de parábola, así como el rastro de turbulencias dejado por el proyectil.

La cámara se convertía, así, en un instrumento de confirmación que era necesario inscribir dentro de un sistema científico para soslayar los problemas inherentes a la interpretación de las representaciones por ella proporcionadas. De esta manera, cuando una placa fotosensible materializaba una imagen invisible para los ojos, estaba creando modelos teóricos que no podían ser comparados con una realidad percibida retinianamente, sino con hipótesis de trabajo y experiencias virtuales.

En este contexto histórico y cultural, a finales del siglo XIX la fotografía se encontraba en un terreno privilegiado para seguir revelando la verdadera esencia del mundo natural, permitiendo descubrir uno de los fenómenos más sorprendentes e inesperados de todos los tiempos: la posibilidad aparentemente sobrenatural de ver a través de las cosas.

3.6. Fotografía de radiaciones invisibles

Con los descubrimientos sobre la naturaleza electromagnética de la luz durante el ochocientos, el campo de actuación fotográfico parecía amplificarse en un continuum de ondas de distintas frecuencias, que hicieron pensar en la posibilidad de que hubiera otras

radiaciones susceptibles de ser captadas para formar una imagen en la superficie de una placa fotosensible.

Ya en 1842, John William Draper demostró que la sensibilidad cromática de las sales de plata no se correspondía exactamente con la del ojo humano,[xlvii] ya que se extendía hacia el ultravioleta y el infrarrojo, ampliando así el abanico de radiaciones conocidas a las que reaccionaban algunos materiales fotográficos. Pero habría que esperar a las postrimerías del siglo para certificar su verdadera capacidad para captar "sustancia imponderables".

En 1895, el físico alemán Wilhelm Conrad Röntgen descubrió los rayos X mientras realizaba un experimento con el tubo de Crookes. En aquella época ya se conocía que un papel revestido de platino-cianuro de bario situado cerca del tubo se volvía fosforescente por la acción de los rayos catódicos.[xlviii] En el transcurso de varios experimentos, destinados a comprobar si estas radiaciones oscuras atravesaban diferentes tipos de superficies a distancia, detectó que las placas fotográficas que guardaba en el laboratorio estaban veladas.

Anteriormente, otros investigadores que trabajan con tubos de rayos, como el propio Crookes, ya se habían percatado de este hecho, pero no le dieron importancia, atribuyéndolo a un defecto del fabricante. Pero Röntgen fue un paso más allá. Por lógica, dedujo que los rayos desconocidos eran los causantes de este efecto, así que se dispuso a verificar sus teorías. Colocó una placa fotográfica aislada al otro lado de la puerta del estudio y accionó el tubo en completa oscuridad. Una vez revelada, constató que se había formado una imagen en la que se podía apreciar la moldura, el gozne, e incluso los brochazos de la pintura al plomo.

Siguió experimentando con distintos objetos con resultados semejantes. El 22 de diciembre pidió a su esposa Berta que le sujetara una placa fotográfica de cristal mientras activaba el tubo. Después de quince minutos de exposición la reveló, obteniendo la primera radiografía del cuerpo humano de la historia.

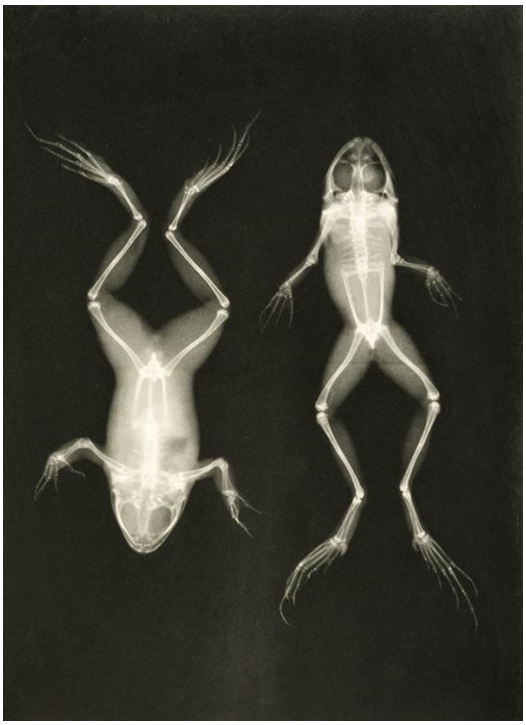
Seis días más tarde Röntgen envió un informe a la sociedad de medicina física

de Würzburgo. A las pocas semanas, y merced al poder del telégrafo, la noticia se había extendido como la pólvora. La comunidad científica recibió conmocionada el descubrimiento, divulgándose con increíble rapidez por todo el mundo gracias a la sencillez del proceso y a la generosidad de Röntgen, que no quiso patentar el invento.

Revistas especializadas y tratados sobre el tema, experimentos y nuevas imágenes se presentaron en sociedad con un entusiasmo poco común. En todos los países civilizados se inició su aplicación práctica apenas transcurridos unos pocos meses. La fascinación por el

hallazgo fue más allá de lo estrictamente científico para convertirse en un fenómeno social, despertando el lógico interés de la prensa, la industria y el comercio, a los que se unieron fotógrafos y artistas, impresionados por el misterioso poder penetrante de la "nueva luz invisible".

Figura 8. Josef Maria Eder y Eduard Valenta. Estudio radiográfico de ranas. 1896. British Library



Toda clase de objetos y sujetos fueron expuestos a la indiscreta radiación para desvelar sus interioridades, desde pequeños mamíferos y batracios, hasta flores, bloques de mármol, metal o madera; sin olvidar, por supuesto, el cuerpo humano.

Con la aparición de la radioscopia, y la posibilidad de estudio radiográfico del paciente en tiempo real sin la consecución de una placa, se instauró un acalorado debate entre los partidarios de uno y otro método. Al igual que en la astronomía y la microscopia, el documento estable y duradero ofrecía unas ventajas incuestionables que acabarían por imponerse como procedimiento de trabajo estándar. Así, la trascendental repercusión de esta innovación venía a enriquecer el dilatado abanico de posibilidades que ya ofrecía la fotografía, instaurando nuevas prácticas y lecturas en este proceso de transgresión de lo que nos es dado ver.

3.7. La radioactividad revelada

En 1896, Antoine Henri Becquerel diseñó un experimento para descubrir las causas que provocaban la fluorescencia del tubo de rayos catódicos. Empleando sulfato potásico de uranio sobre una placa fotográfica, aislada de la luz y expuesta al sol, obtuvo unas siluetas oscuras en el lugar donde había estado el mineral. Repitió esta operación interponiendo una cruz de cobre entre el uranio y el material fotosensible protegido de la luz, y logró una silueta cruciforme, confirmando así su especulación inicial.

Cuando quiso proseguir con sus experimentos se encontró con un cielo nublado, por lo que recogió todo el montaje envuelto en una tela negra y lo metió en un cajón, aguardando tiempos mejores. Cansado de esperar decidió revelarlo, pensando que quizás el uranio conservaba parte de su fluorescencia original, y suponiendo encontrar una imagen más débil. Ante su sorpresa, comprobó que la veladura tenía mayor intensidad que la primera prueba, llegando a la conclusión de que no eran necesarias las radiaciones solares para que el uranio velara la emulsión, descubriendo así la radiactividad.

Becquerel continuó con sus investigaciones diseñando diferentes experimentos con materiales fotosensibles, creando así un auténtico método fotográfico. Mediante chapas de metal pulido demostró sus propiedades reflexivas, e interponiendo un tubo de cristal entre el uranio y la placa confirmó las propiedades refractivas. Con el uso de la turmalina pudo comprobar su dicroísmo; y así, sucesivamente, cotejó las cualidades de la radiación con las características propias de la luz visible.

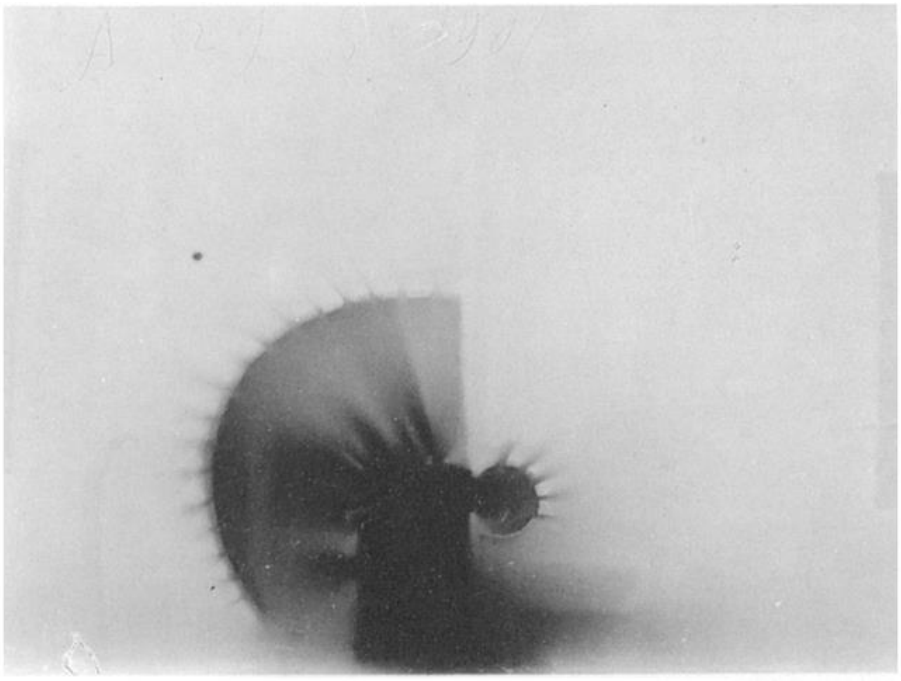


Figura 9. Henri Becquerel. Desviación de los rayos secundarios producidos por la radiación Beta. 1903. Fig 62, plancha X. Academie des sciences de Paris

En Marzo de 1899, ideó un sistema a partir de placas fotográficas con las que registró los rayos directos y secundarios desviados por un campo magnético, y difractados, a través de varias hendiduras practicadas en dos plantillas semicirculares de material opaco, colocando la fuente radioactiva en la parte inferior de cada imagen. Mediante este procedimiento confirmó las teorías de Ernest Rutherford, quién estableció que existían al menos tres tipos de emisiones radioactivas.

Sin duda, tras las aportaciones de Röntgen y Becquerel, el estatus epistemológico de la fotografía se vio enriquecido, afianzando su posición de instrumento de utilidad científica, al tiempo que reforzaba la certeza de su capacidad para superar todos los obstáculos entre la mente y la imagen de la verdadera realidad del mundo que nos rodea.

Conclusiones

Estos descubrimientos tuvieron una importante influencia sobre el pensamiento moderno, particularmente los rayos X. La idea de que una emanación invisible pudiera plasmar sobre el material fotográfico el interior de la materia, puso de manifiesto la posibilidad de visualizar lo oculto de una forma completamente nueva hasta el momento. El hecho de que

la radiografía fuera básicamente un tipo especial de fotografía, otorgaba a estas imágenes toda su fuerza documental, impregnándolas del aura de honestidad acumulado durante las últimas décadas por el medio. Esta nueva luz venía a alumbrar una realidad más escondida e impenetrable de lo que hasta entonces se había podido imaginar, propiciando una inesperada mirada sobre el mundo y sus misterios.

De esta manera, la fotografía entraba en el siglo XX consolidando su hegemonía sobre los demás sistemas de representación, como un ojo omnipotente e infalible, sustituto ideal de nuestro equipamiento visual en la labor de descubrir la esencia de lo real.

Adoptada por gobiernos e instituciones como el referente de la representación veraz, y fundamento básico de la identidad, el medio fotográfico asumió con naturalidad su papel en la sociedad, generando en la mente popular un nuevo estatus de las representaciones visuales, en el que los productos de la cámara se concretaron como un registro de la naturaleza con certificado de existencia, dotado de una capacidad de captación superior, dispuesto a conservar en cualquier momento una pequeña fracción del huidizo presente, y llevarnos un poco más allá de donde la vista nos tiene consignados.

Este estatus epistémico, caracterizado por el efecto de verdad a él asociado, y heredado en parte por los medios audiovisuales que surgieron a partir de su posterior desarrollo, fue reforzándose durante toda la centuria hasta entrar en crisis con el surgimiento de la fotografía digital y la popularización del retoque de las imágenes afínales del siglo. Sin embargo, a pesar de estas recientes reticencias, para la gran mayoría de sus actuales usuarios mantiene, en esencia, ese aura de fiabilidad que hace que aún le confíen la conservación de los momentos más importantes de sus vidas, perpetuando una supremacía epistémica sobre el resto de las imágenes que se cimenta en la noción decimonónica de objetividad instrumental, heredada del positivismo materialista.

Por otro lado, en el presente, la presencia de la imaginería científica está tan extendida que nadie se sorprende al contemplar el interior del cuerpo en una radiografía, ni de la visión de una galaxia a millones años luz, o del retrato de un ser infinitamente minúsculo. En la era de la información en que vivimos, estas imágenes están tan asumidas que la autentica trascendencia de sus implicaciones epistemológicas escapa para una mayoría de personas, acostumbradas a los constantes logros de la ciencia moderna. Desde la perspectiva de la gnoseología, supone una fractura brutal con los que nos es dado ver, obligándonos a repensar cotidianamente las posibilidades cognitivas del ser humano. Allí donde la observación directa y la experiencia empírica no alcanzan se alzan nuestras máquinas de extender la visión, entre las que la cámara, presente en los bolsillos de millones de personas, ocupa ya un lugar privilegiado.

Investigación financiada por el proyecto de I+D del Programa Estatal de Fomento de la Investigación Científica y Técnica de Excelencia del Ministerio de Economía y Competitividad (con cofinanciación de fondos FEDER) FFI2015-64050-P: Magia, Épica e Historiografia Hispánicas: Relaciones Literarias y Nomológicas.

Referencias

Becquerel, H. (1903). Recherches Sur Une Propriete Nouvelle De La Matiere. Activité radiante spontanée ou radioactivité de la matière. Mémoires de l'Académie des sciences de l'Institut de France, T. 46. Recuperado de http://www.academie-sciences.fr/pdf/dossiers/Images/Becquerel_pl1.jpg

Eder, J. M. Valenta, E. (1896). *Estudio radiográfico.* Recuperado de http://explore.bl.uk/primo_library/libweb/action/display.do?tabs=moreTab&ct=display&fn=search&doc=MBogi97266&indx=1&recIds=MBogi97266&recIdxs=0&elementId=0&renderMode=poppedOut&displayMode=full&frbrVersion=&dscnt=1&fromLogin=true&tab=website_tab&dstmp=1471802760292&vl(freeText0)=Eduard%20Valenta&vid=BLVU1&mode=Basic&gathStatIcon=true

Janssen, J . (1877). *Surface solaire,10octobre 1877,9h 36m (diamètre du disque 0m,92).*

Annales de L'Observatoire D'Astronomie Physique de Paris, Parc de Meudon. Bibliothèque National de France. Recuperado de http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b8470052q

Fuchs, L. (1542). *De historia stirpium commentarii insignes.* Basilea, Officina Insingriniana. Recuperado de http://library.si.edu/digital-library/book/dehistoriastirp00fuch

Koch R. (1877).*Verfahren zur Untersuchung, zum Konservieren und Photographiren der Bakterien. Beiträge zur Biologie der Pflanzen,* 2:399–434. Robert Koch Institute. Recuperado de http://edoc.rki.de/documents/rk/508-7-50/PDF/7-50.pdf

Mach.E. (1888). *Hondas de choque de una bala*, Praga: Deutsches Museum. Recuperado de http://www.deutsches-museum.de/archiv/archiv-online/ernst-mach/recherche/?feld1=Projektil&logi1=AND&feld2=&logi2=AND&feld3=&von=90&plus=10

Marey, E. J. (1886). *Cronofotografía de un salto de una barra*. Cinémathèque Française. Recuperado de http://www.cineressources.net/ressource.php?collection=PHOTOGRAPHIES_NUMERISEES&pk=42169

Piazzi Smyth, Ch. (1856). *El gran árbol Drago en Orotava*. Rijksmuseum. Recuperado de http://hdl.handle.net/10934/RM0001.COLLECT.284459

Riego, Bernardo (2003). *Impresiones: la fotografía en la cultura del siglo XIX*. Girona: Curbet Comunicación Gráfica.

[i] Bajo la denominación de cinematógrafo se hace referencia por extensión a todos los aparatos que, en diferentes partes del mundo, buscaban su propio sistema de registro y proyección de imágenes en movimiento a finales del siglo XIX.
[ii] El catálogo de los hermanos Lumière es un compendio de este contenido de antropología visual que incluso está presente en los cortometrajes que formaron parte de la primera proyección pública, donde se incluyeron retratos sociales (*Sortie d'une usine y Le débarquement du congrès de photographie à Lyon*), familiares (*Pêche aux poissons rouges* y *Repas de bébé*), laborales (*Les forgerons*) y de ocio (*Le saut à la couverture* y *La baignade en mer*).
[iii] En 1915, el oftalmólogo Ignacio Barraquer presentó en el Hospital Clínico de Barcelona una serie de películas realizadas por Francisco Puigvert que mostraban operaciones de cataratas. El cineasta Antonio P. Tramullas realizó sus filmaciones microscópicas en el laboratorio del doctor Antonio de Gregorio de Rocasolano sobre la movilidad de las micelas argénteas. Álvarez Rodríguez, 1994, p. 50.
[iv] La competencia entre Posadas y Doyen fue breve por la temprana muerte del argentino a comienzos del siglo XX, lo que también difuminó sus aportaciones al cine científico.
[v] *Cemento Graphilatum* (1919), *Aplicaciones de Graphilatum* (1919), *Explotación de Cementos Sansón* (1919), *Fabricació del ciment Asland a Montcada i Reixac* (1919-20), *[Fabricació del ciment Portland a Castellar de n'Hug]* (1919-20). Datos facilitados por la propia Filmoteca de Catalunya.
[vi] *[Fábrica de galletas Patria]* (1913), *[Plaga de langosta]* (1915), *Compañía General de Asfaltos y Portland Asland* (1919), [*Construccion del monumento al Corazon de Jesus. Gandia,* 1920] *o Arqueólogo Martínez Salazar* (1920). Datos facilitados por la propia Filmoteca Española.
[vii] *EP,* 3 de diciembre de 1917, p. 4; *EP*, 5 de diciembre de 1917, p. 4; *IMP*, 15 de diciembre de 1917, p. 3.
[viii] Hemos partido de las investigaciones referidas al ámbito español, ya que, como se puede comprobar en los estudios referidos a la cinematografía estadounidense o europea –fundamentalmente, francesa–, los marcos temporales de desarrollo de la producción muda son diferentes y muestran un mayor progreso, con fases incluso de expansión internacional.
[ix] Los planos de los sistemas proyectados por Keefe y Hayes se pueden consultar en Hayes, 2009, p. 191

[x] No se han encontrado más recorridos en coche por España que los detallados por Granada y Málaga, aunque la propia naturaleza de estos cines y la coincidencia de estos filmes indican que, probablemente, existieron más viajes motorizados por otras provincias o ciudades del país. Títulos aportados por Griñán, F., 2016, pp. 187-194.
[xi] Las otras cintas de esta trilogía fueron *Valencia en tranvía* y *De Málaga a Vélez-Málaga*, ambas de 1909. Griñan, F, 2009, p. 59.
[xii] Disponible en: http://www.docuciencia.es.
[xiii] Disponible en: http://www.rtve.es/television/documentales/ciencia-tecnologia.
[xiv] Disponible en: http://www.rtve.es/documentales/salud.
[xv] Disponible en: http://www.rtve.es/documentales/naturaleza.
[xvi] Nolan, Christopher; Obst, Lynda; Thomas, Emma (productores) & Nolan, Christopher(director). (2014). *Interstellar* [Película] EEUU-Reino Unido: Warner Bros., Syncopy, Paramount Pictures, Legendary Pictures, Lynda Obst Productions.

[xvii] Cita de Landecker en el trabajo de Wellmann (2011): *What is more, Landecker argues that micro-cinematography not only generated theories about life in this early phase but also about film.Referring to early film theoreticians like Benjamin, Eisenstein, Epstein, and Bal´azs, she demonstrates how they "mobilized" scientific film "as a mode of understanding the characteristics and possibilities of film in general" (Landecker 2005, 936).* Traducción propia.

[xviii] "*And space films are especially equipped to look at the metaphysical aspects of religion because of their themes of frontier and discovery*" (Koh, 2016, p. 43) Traducción propia.

[xix] Chung Chin-Yi (2016) aborda el amor en *Interstellar*.

[xx] Casetti y Di Chio atribuyen *informantes* e *indicios* a Barthes (1966).
[xxi] El *Cinerama* consistía en rodar las películas utilizando tres cámaras sincronizadas, cargadas con celuloide estándar de 35 mm y equipadas con objetivos de gran angular. La extensión de campo, es decir, de espacio visual que podía captarse combinando los ángulos de las tres cámaras tomavistas como si fuesen una sola, era así de una amplitud sorprendente. Cuando la película estaba terminada, era proyectada por tres proyectores igualmente sincronizados sobre una pantalla rectangular y cóncava gigantesca, con una curvatura de ¡146 grados! Gracias a ello, se conseguía producir un efecto semi-envolvente sobre el público del patio de butacas. La relación de aspecto del *Cinerama,* el *aspect ratio* que dicen los técnicos del cine, alcanzaba casi la escala 2.59:1. Antonio Quintana Carrandi. Formatos del cine: historia y evolución. Recuperado de https://www.ciencia-ficcion.com/limites/lm0472.htm

[xxii] El *CinemaScope* se basaba en el empleo de lentes anamórficas en los objetivos de las cámaras durante el rodaje. Estas lentes, también llamadas *hypergonar,* fueron inventadas en 1927 por el técnico francés Henri Chrétien**,** y permitían registrar, sobre una película estándar de 35 mm, una imagen que abarcaba un campo mucho más extenso que el obtenido con lentes estándar. Durante el proceso de filmación, la lente hemisférica *hypergonar* comprimía la imagen verticalmente en el negativo de 35 mm al 100 %; o, lo que es lo mismo, aplicaba una tasa de compresión de 2 a 1. Es decir, que la cantidad de imagen registrada en cada fotograma era exactamente el doble de la que cabía en la misma película de 35 mm de la época muda, cuya relación de aspecto era de 1.33:1. Para la proyección de los films rodados por este procedimiento, bastaba con instalar en el proyector una lente especialmente diseñada para descomprimir las imágenes. Antonio Quintana Carrandi. Formatos del cine: historia y evolución. Recuperado de https://www.ciencia-ficcion.com/limites/lm0472.htm

[xxiii] El *VistaVision* era un procedimiento verdaderamente original. Hasta su aparición, lo normal era que el negativo de película pasara por la cámara verticalmente, pero los ingenieros de la *Paramount* diseñaron un sistema mediante el cual el negativo se desplazaba en sentido horizontal. Con esto se conseguía incrementar el número de perforaciones por fotograma hasta ocho, o sea, el doble de las cuatro habituales. Así, el área de negativo empleado por fotograma era mayor, con lo que se obtenían imágenes de gran calidad, manteniendo la velocidad de proyección en 24 fotogramas por

segundo. No era necesario utilizar lentes anamórficas que comprimiesen la imagen en el negativo, que seguía siendo el estándar de 35 mm, lo que facilitaba que la relación de aspecto durante la proyección pudiese variar entre las escalas 1.66.1 y 1.96.1.La mayor ventaja de las películas en *VistaVision* residía en que, pudiendo variar la relación de aspecto en pantalla en función de las necesidades de los exhibidores, es decir, estando compuestas para adaptarse a diversos ratios de pantalla, podían exhibirse sin problemas en cualquier sala de cine, sin importar el equipamiento que ésta tuviese. Para proyectar una película en el formato *VistaVision* original, bastaba con modificar los proyectores para que pudiesen utilizar el negativo horizontal de alta calidad. Antonio Quintana Carrandi. Formatos del cine: historia y evolución. Recuperado de https://www.ciencia-ficcion.com/limites/lm0472.htm

[xxiv] A partir de 1958, en casi todas las películas rodadas en *CinemaScope* comenzó a insertarse en los títulos de crédito el logo *«Filmed in Panavion»,* dando a conocer de este modo que las lentes empleadas tanto para el rodaje como para la proyección eran desarrollo de esa compañía. Gracias al contrato con la *Fox, Panavision Inc.* logró aumentar su presencia e importancia en la industria cinematográfica, lo que animó a sus directivos a desarrollar su propio formato panorámico, basado en el *CinemaScope* pero muy superior a éste. Hay que decir que todavía se rodaron muchos films en el formato *CinemaScope* normal, por así llamarlo, pero la técnica desarrollada por *Panavision* fue imponiéndose rápidamente.

[xxv] Como de lo que se trataba era de abaratar costes, manteniendo un formato de pantalla apaisado, lo que se hizo con el *TechniScope* fue coger la película estándar de 35 mm y reducir la altura del negativo a emplear a la mitad, con lo que las perforaciones se reducían a sólo dos por fotograma, quedando la relación de aspecto en pantalla, una vez insertada la pista de sonido, en una escala de 2.35.1. El sencillo *TechniScope* fue, en su momento, una bendición para los cineastas europeos, los cuales raras veces contaban con grandes presupuestos para rodar sus películas. Como el sistema utilizaba sólo la mitad del negativo que el *CinemaScope* o el *Panavision,* y además no requería ningún tipo de fotografía anamórfica, los costes de producción eran menores. Otro punto a su favor era que la anchura de las imágenes proyectadas en pantalla era la misma que la del *CinemaScope.* Pero al utilizar un negativo de la mitad de tamaño que el convencional, la imagen registrada tenía mucho grano y era de peor calidad. Esto explica por qué la definición de imagen de una película en *TechniScope* sigue siendo muy baja, incluso después de haber sido remasterizada digitalmente.

[xxvi] Filogenia: Área de la Biología centrada en el estudio del origen y evolución de los seres vivos, y de todos los procesos involucrados.
[xxvii] ADN: Siglas de ácido desoxirribonucleico, la molécula esencial para la vida de cualquier organismo. Su estructura está formada por unidades denominadas nucleótidos. Cada nucleótido está compuesto por un azúcar (llamado desoxirribosa), un grupo fosfato y una de las cuatro posibles bases nitrogenadas (adenina, timina, guanina o citosina).
[xxviii] Clado: Grupo taxonómico de organismos que se clasifican juntos en base a caracteres homólogos derivados de un ancestro común.
[xxix] Monofilia: Condición de un grupo taxonómico en el cual se incluye el ancestro común y todos los descendientes de dicho ancestro.

[xxx] Eucariota: Cualquier organismo cuyas células contienen un núcleo rodeado por una membrana. En contraposición se encuentran los organismos procariotas, con un núcleo sin membrana, y que son más conocidos como bacterias.
[xxxi] Productora audiovisual Digitalak. Información disponible en http://digitalak.com/videos-360o/ (Fecha de consulta 03/10/2016).
[xxxii] Street View es un proyecto de Google basado en la representación fotográfica 360º, que aspira al registro visual completo del mundo, ofreciendo la posibilidad de participar a fotógrafos profesionales que quieran sumarse al proyecto. Información disponible en https://www.google.es/intl/es/streetview/ (Fecha de consulta: 03/10/2016).
[xxxiii] Disponible en http://with.in/, redirección de la anterior vrse.com. Web para descarga de la aplicación y visionado de producciones audiovisuales (Fecha de consulta: 30/09/216).
[xxxiv] Disponible en http://with.in/watch/nyt-mag-vr-walking-new-york/ (Fecha de consulta: 30/09/2016)
[xxxv] Disponible en http://with.in/watch/a-history-of-cuban-dance/ (Fecha de consulta: 30/09/2016).
[xxxvi] Ficha e información disponible en http://www.sundance.org/projects/a-history-of-cuban-dance (Fecha de consulta: 01/10/2016).
[xxxvii] Información de las jornadas disponible en https://jornadacomunicacionsigloxxi.blogspot.com.es/ (Fecha de consulta: 30/09/2016).
[xxxviii] http://with.in/about/ (Fecha de consulta: 30/09/2016).
[xxxix] El proyecto de Realidad Virtual de New York Times está disponible en http://www.nytimes.com/marketing/nytvr/ (Fecha de consulta: 01/10/2016).
[xl] Quod ad picturas ipsas attinet, quae certe singulae ad uiuarum stirpium lineamenta & effigies expressae sunt, unicè curauimus ut essent absolutissimae, atque adeo ut quaeuis stirps suis pingeretur radicibus, caulibus, foliis, floribus, seminibus ac fructibus, summam adhibimus diligentiam. De industria uerò & data opera cauimus ne umbris, aliisque minus necessariis, quibus interdum artis gloriam affectant pictores, natiua herbarum forma obliteraretur: neque passi sumus ut sic libidini suae indulgerent artifices, ut minus subinde ueritati pictura responderet. Traducción de Alberto Montaner.
[xli] En este sentido, recuérdense las teorías sobre la subjetividad del color de Goethe o los estudios de J. E. Purkinje y Schopenhauer en torno al funcionamiento fisiológico de la visión humana y sus limitaciones
[xlii] Actas de la Academia de Ciencias de Francia. Sesión del 7 de Enero de 1839, 7. Recuperado de http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k2967c.pagination
[xliii] Para más información mira el texto de Guixà, R. (2012). Iconografía de la otredad. El valor epistemológico de la fotografía en el retrato científico del sigo XIX. *Sans Soleil. Estudios de la imagen*, *4*, 53-73.
[xliv] En primer lugar como referencia para calcular magnitudes y distancias de nuestra galaxia, sus distintos planetas y la propia tierra; y en segundo para conocer la atmósfera exterior del Sol.
[xlv] Janssen, J. (1878). Sur la constitution su Soleil, et sur la photographie envisagée comme moyenne de découverte en astronomie physique. *La Nature, sixième année, premier semestre,*154-155. Recuperado de http://cnum.cnam.fr/CGI/fpage.cgi?4KY28.10/158/100/432/0/0
[xlvi] Mediante un dispositivo denominado "zapato explorador ", obtuvo unas gráficas que le permitieron deducir que existía una fase del movimiento en la cual el caballo se encontraba suspendido en el aire con las patas flexionadas, y volvía a retomar el contacto con el suelo con una sola pata.

[xlvii] Kane, R y Draper, J. W. (1842). *Elements of Chemistry, Including the Most Recent Discoveries and Applications of the Science to Medicine and Pharmacy, and to the Arts*. New York: Harper and Brothers.
[xlviii] Como por ejemplo, W. Crookes, H. Hertz y P. Lenard, entre otros.