

XX
1 9 9 6 2 0 1 6

Número 18
Junio 2016



IES ANTONIO DE MENDOZA

Pasaje a la Ciencia

I.E.S. Antonio de Mendoza

Alcalá la Real

Coordinador:

Juan Manuel León Millán

Editores

D. Juan Manuel León Millán
(Dpto. Geografía e Historia
del IES Antonio de Mendoza)

D. Antonio Heredia Rufián
(Dpto. Geografía e Historia).
Ret.

Dña. Patrocinio Cano García
(Dpto. Geografía e Historia)

D. Marino Aguilera Peñalver
(Dpto. Geografía e Historia)

D. Gerardo García Anguita
(Director del IES Antonio de
Mendoza)

D. Antonio Quesada Ramos
(Dpto. Biología y Geología
del IES Zaidín Vergeles)

Encargado de la Web:

Juan Francisco Ruiz Hidal-
go (Dpto. Didáctica de las
Matemáticas – Universidad
de Granada)



Colabora:

Área de Cultura del Excmo.
Ayuntamiento de Alcalá la
Real.



JUNTA DE ANDALUCÍA
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN Y CIENCIA

I.E.S. Antonio de Mendoza
Consejería de Educación
Pasaje del Coto s/n
23680 Alcalá la Real
D.L. J-268-2005
ISSN 1699-6305

<http://www.pasajealaciencia.es>

Índice

El cine como ciencia	3
<i>Editorial</i>	
Inventos de película del cine-ficción a la realidad	4
<i>Sergi Sánchez</i>	
Crítico y colaborador de Fotogramas	
Harry Sukman y Sam Fuller. Música para un western de culto: Cuarenta pistolas (1957)	9
<i>Lucía Pérez García y Ángel Justo Estebaranz</i>	
Universidad de Sevilla	
El cine en España en los años 50 y 60 del siglo XX. Una experiencia personal	20
<i>M^a Concepción Ybarra</i>	
Profesora Titular de la UNED	
Directoras de cine españolas	26
<i>Patrocinio Cano García</i>	
Profesora de Geografía e Historia del IES Antonio de Mendoza	
A long time ago, in a galaxy far, far away... La ciencia tras las guerras espaciales	31
<i>Antonio Quesada Ramos</i>	
IES Zaidín Vergeles. Granada	
Documental: La maleta mexicana	43
<i>Antonio Heredia Rufián</i>	
Profesor retirado de Geografía e Historia del IES A. de Mendoza	
Trampa oscura	49
<i>Juan de Dios Jiménez Valladares</i>	
Profesor del IES Laurel de la Reina. La Zubia	
Utilización de nanotubos de carbón para evaluar la integridad estructural de uniones pegadas con piezas de material compuesto con adhesivo tipo film	55
<i>Carlos García Nieto</i>	
Ingeniero en Airbus Operations D.L.	
La residencia de estudiantes y la ciencia	62
<i>Residencia de estudiantes</i>	
El cine en Alcalá la Real	67
<i>Domingo Murcia Rosales</i>	
Cronista oficial de Alcalá la Real	
Trimestre de nacimiento y su influencia en los resultados académicos del alumnado de secundaria	75
<i>José Hidalgo Romero</i>	
Profesor de Matemáticas. IES Antonio de Mendoza	
En busca de la relatividad general (III)	82
<i>J. Ramón Linares</i>	
Departamento de Matemáticas. IES Antonio de Mendoza	

El cine como ciencia

¡¡Bienvenidos un año más a Pasaje, y bienvenidos a la magia del cine!! ¿Quién no se ha sentido transportado a otros mundos o vidas viendo una buena película?, ¿cuántas películas no han marcado nuestras vidas?. El cine, no sólo es un entretenimiento, es más, es arte, es cultura, ha unido al planeta tras una pantalla contando mil historias, nos ha trasladado a mil sitios diferentes, nos hizo sentir, llorar... En definitiva, el cine no es sólo elaboración técnica, es ciencia, es arte, es una ciencia social, y en estas páginas nos acercarán a este mundo en sus diversas variantes, humildemente y sencillez. Desde la Revista Fotogramas, nos acercarán el cine y la ciencia; desde la universidad de Sevilla, los profesores Lucía Pérez García y Ángel Justo Estebanz, nos llevarán al conocimiento del valor de una banda sonora dentro de una película; la profesora Concepción Ybarra nos acercará al cine en España en los años 50 y 60 como elemento social y de distracción; de nuevo Sherlock Holmes y el profesor D. Juan de Dios Jiménez volverá a resolver un misterioso caso. Conoceremos los cines que existieron en nuestra localidad gracias a nuestro cronista D. Domingo Murcia. D. Antonio Heredia nos introduce en el cine como documento de expresión social con el análisis de un documental y la profesora Patrocinio Cano volverá a hacer visibles a las mujeres en este mundo de imagen, donde la discriminación también es muy evidente con unos roles y estereotipos claramente repartidos. Por último volveremos a poner un artículo del profesor Antonio Quesada sobre una película que está en plena moda, la Guerra de las Galaxias.

Como otros años, la revista además da voz y un espacio a investigadores y trabajos de Alcalá la Real. Ahí tenemos el trabajo del hijo de una antigua compañera del centro, Carlos García Nieto, Ingeniero Aeroespacial y trabajando en Airbus, que saca un poco de tiempo en su agenda y nos escribe un artículo sobre nanotubos, ¡enhorabuena!; y nuestro compañero D. José Hidalgo realiza un trabajo de investigación sobre los resultados académicos en los centros de nuestra comarca. Además conoceremos una institución fundamental en la historia de la enseñanza en España: la Residencia de Estudiantes de Madrid.

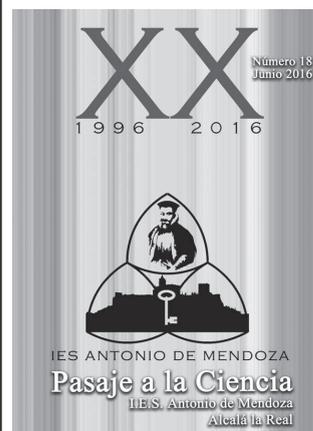
Y para finalizar, nuestro homenaje al centenario de la Teoría de la Relatividad, nuestro compañero D. José Ramón Linares, continuará su historia teatralizada sobre la misma, totalmente original e increíble.

Como siempre, finalizo con mis agradecimientos a todos los que me ayudan a que esta experiencia siga creciendo, mis compañeros de departamento, a Antonio Heredia por su colaboración y entrega por esta revista, y al equipo directivo por seguir apoyándose en este proyecto; pero voy a hacer especial hincapié en nuestra jefa de estudios, Montse y a mis compis Elisa y Marivi; desearles suerte y que quede aquí escrito, que ha sido un placer y un lujo trabajar con vosotras, ¡¡gracias y suerte!! Aprender a vuestro lado me hace ser un mejor profesional.

The show must go on...

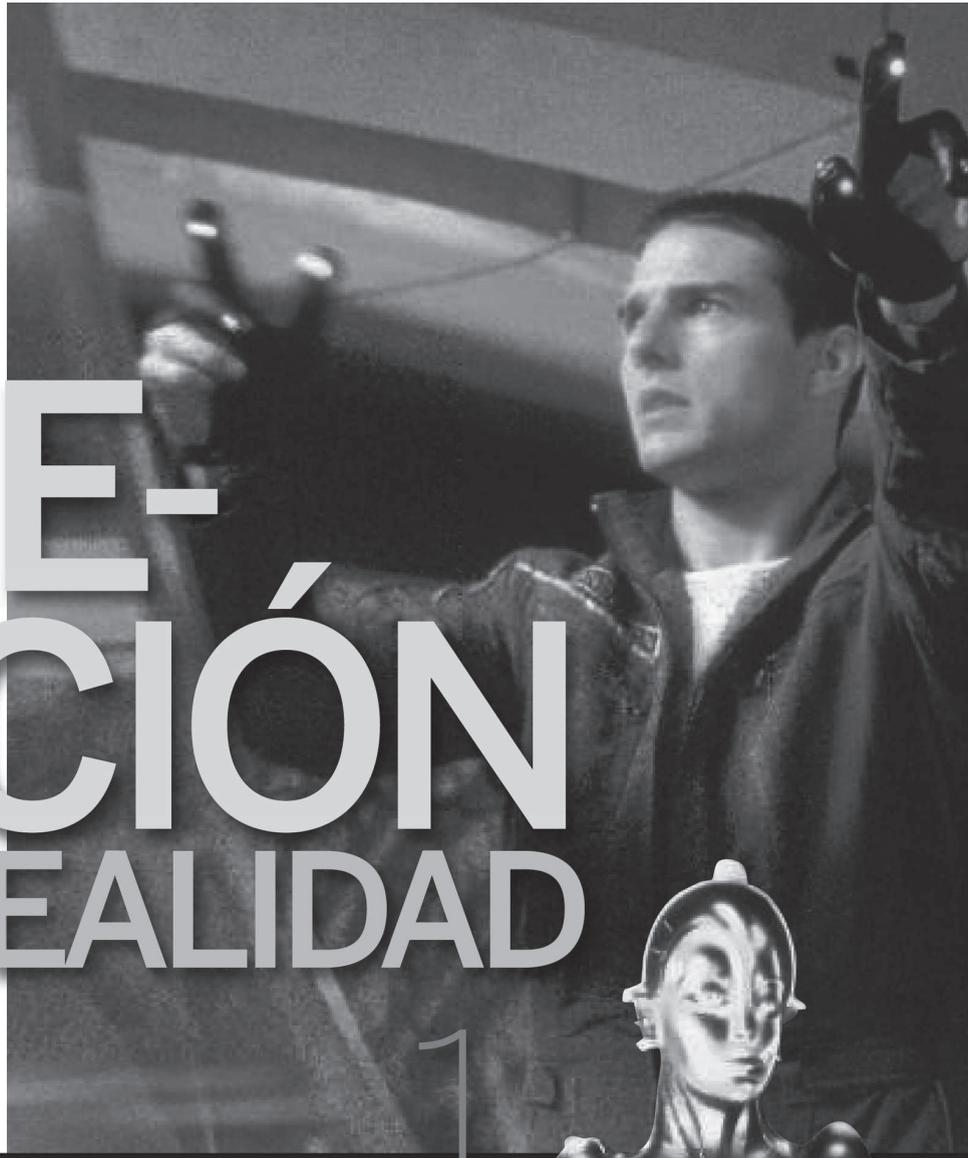
Juan Manuel León Millán
Coordinador de la Revista Pasaje a la Ciencia

Portada



Portada:
XX Aniversario del IES An-
tonio de Mendoza

12 INVENTOS DE PELÍCULA DEL CINE-FICCIÓN A LA REALIDAD



A VECES LA FICCIÓN SUPERA A LA REALIDAD... AL MENOS EN LO QUE A LOS FILMS DE **CIENCIA-FICCIÓN** SE REFIERE. ESTAS CINTAS HAN CONSEGUIDO CREAR ARTEFACTOS O DISCIPLINAS QUE, MÁS TARDE, LA CIENCIA HA NECESITADO DESARROLLAR COMO SUYOS. HE AQUÍ 12 INVENTOS DE PELÍCULA QUE SON PURA ENERGÍA VISIONARIA.

por Sergi SÁNCHEZ.



ROBOTS

PELÍCULA: "Metrópolis" (Fritz Lang, 1927).

AGITADORA DE MASAS: He aquí el doble robótico de la angelical María, androide que siembra el caos en los subterráneos de Metrópolis, ciudad donde viven 60 millones de personas separadas por las inclemencias de un clasismo indignante.

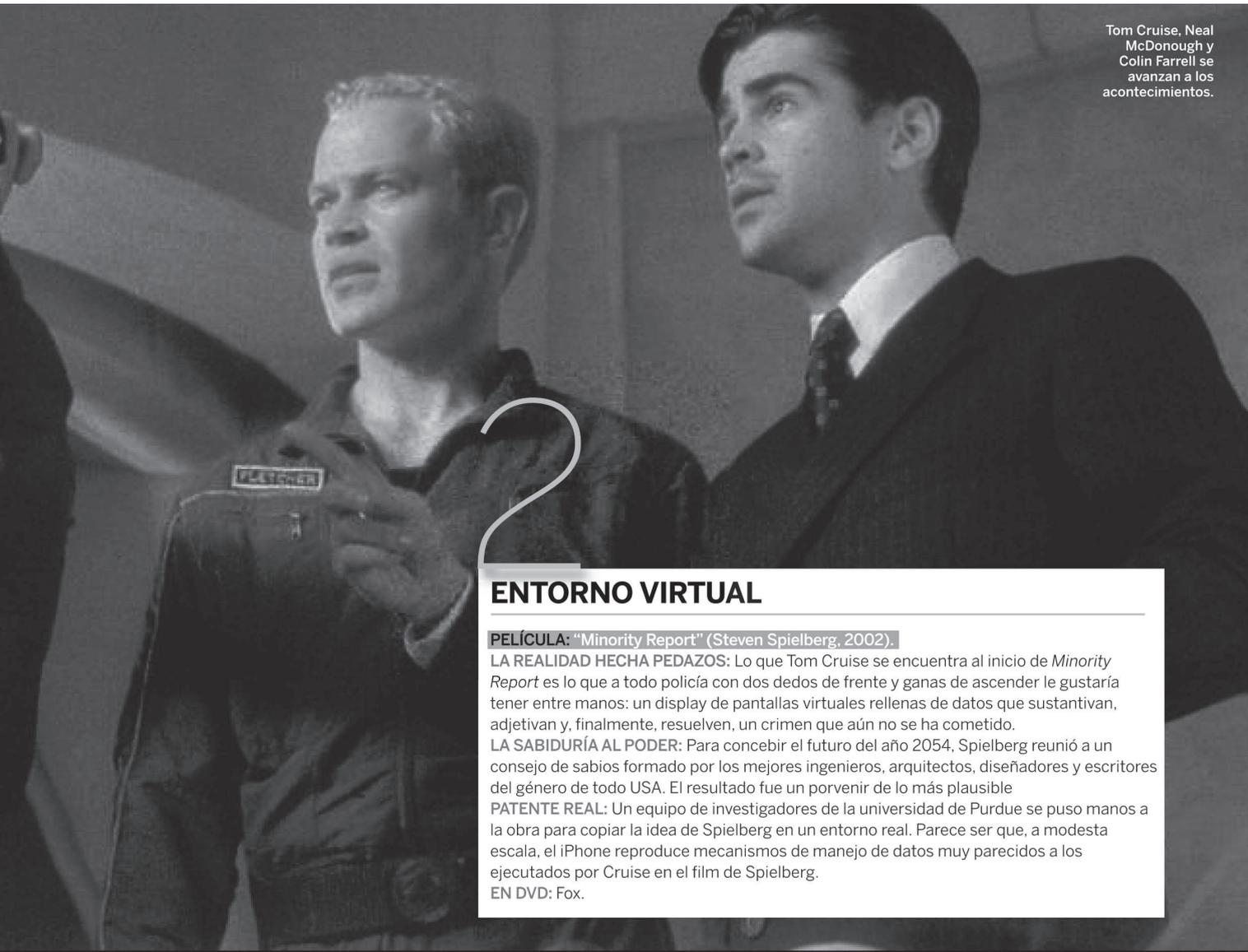
EL ARTISTA DÉSPOTA: No era necesario que Brigitte Helm se metiera en la coraza creada por Walter Schultze-Mittendorf, hecha con una mezcla de madera y plástico y pintada de oro y plata. Nadie iba a reconocer que era ella, pero Fritz Lang la quería, plano a plano, sufriendo las incomodidades de la armadura.

PATENTE REAL: En 1920, en su obra *R.U.R.*, el escritor Karel Capek, con la ayuda de su hermano Josef, inventó el término a partir de la palabra checa *robota*, que significa *trabajo forzado*, *servidumbre*. Sentó las bases para que fuera la palabra que designara aquel sistema electromecánico autónomo creado artificialmente y programado para sentir y manipular su entorno. Los primeros prototipos de robots son de los años 30, pero no fue hasta 1954, con la invención de Unimate, que fueron comercializados.
EN DVD: Divisa.



La metálica María, en la futurista ciudad de Metrópolis.

Tom Cruise, Neal McDonough y Colin Farrell se avanzan a los acontecimientos.



ENTORNO VIRTUAL

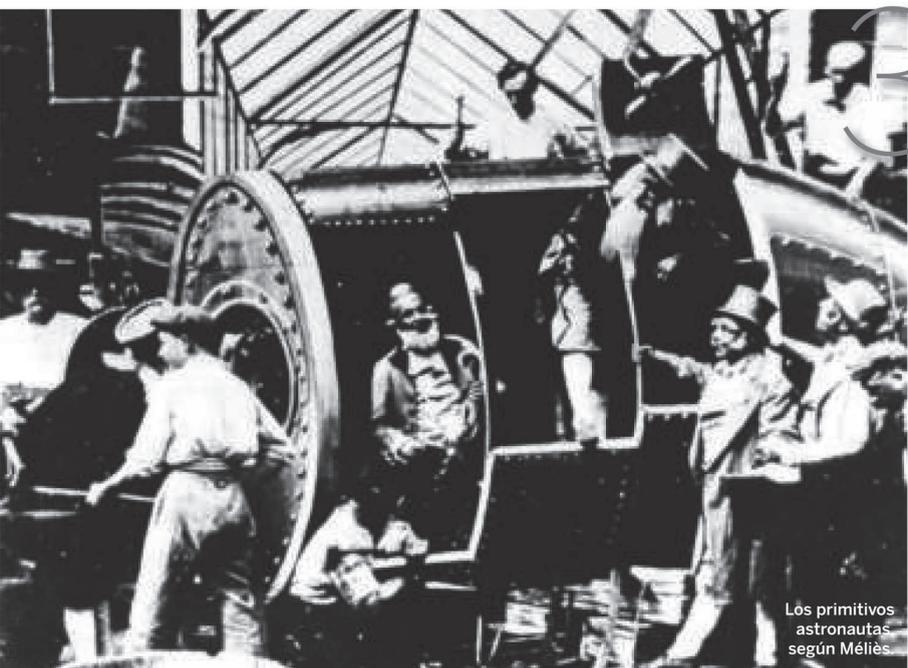
PELÍCULA: "Minority Report" (Steven Spielberg, 2002).

LA REALIDAD HECHA PEDAZOS: Lo que Tom Cruise se encuentra al inicio de *Minority Report* es lo que a todo policía con dos dedos de frente y ganas de ascender le gustaría tener entre manos: un display de pantallas virtuales rellenas de datos que sustentan, adjetivan y, finalmente, resuelven, un crimen que aún no se ha cometido.

LA SABIDURÍA AL PODER: Para concebir el futuro del año 2054, Spielberg reunió a un consejo de sabios formado por los mejores ingenieros, arquitectos, diseñadores y escritores del género de todo USA. El resultado fue un porvenir de lo más plausible

PATENTE REAL: Un equipo de investigadores de la universidad de Purdue se puso manos a la obra para copiar la idea de Spielberg en un entorno real. Parece ser que, a modesta escala, el iPhone reproduce mecanismos de manejo de datos muy parecidos a los ejecutados por Cruise en el film de Spielberg.

EN DVD: Fox.



COHETE ESPACIAL

PELÍCULA: "Viaje a la Luna" (Georges Méliès, 1902).

VAYA MAGOS: Un año antes de que el ruso Konstantin Tsiolkovsky publicara el primer estudio científico sobre vuelos espaciales, Méliès imaginó, basándose en las predicciones de Jules Verne en 1865, una expedición a la Luna que terminaba con el satélite tuerto y los tripulantes capturados por los selenitas.

LUNA LUNERA: Es una fuente de inspiración inagotable: Fritz Lang inventó la cuenta atrás para lanzar el cohete de *La mujer en la Luna* (1929) y el productor George Pal contrató a físicos y astrónomos para que le ayudaran a poner en órbita *Con destino a la Luna* (Irving Pichel, 1950) del modo más realista posible.

PATENTE REAL: Un cañón y un proyectil no son exactamente lo que se dice el Apolo XIII, pero lo que está claro es que Verne y Méliès supieron visualizar la misión a la Luna cuando la ingeniería aeronáutica no era más que un sueño conjugado en futuro. Verne lanzó su cohete desde un lugar de Florida que está muy, muy cerca de Cabo Cañaveral.

EN DVD: Méliès, *el mago del cine* (Divisa).

Los primitivos astronautas según Méliès.

DEL CINE-FICCIÓN A LA REALIDAD



Charles Laughton es el doctor Moreau, rol que más de seis décadas después recuperaría Marlon Brando.

INGENIERÍA GENÉTICA

PELÍCULA: "La Isla de las Almas Perdidas"

(Erle C. Kenton, 1932).

UN CIENTÍFICO LOCO, LOCO, LOCO: Creación de la hirviente cabecita del visionario H.G. Wells, el doctor Moreau quiere desafiar las teorías darwinianas demostrando que cualquier animal puede convertirse en humano, aunque sea a costa de hacerlo sufrir mediante los más crueles experimentos genéticos.

LA REBELIÓN DE LAS BESTIAS: Charles Laughton (que, dicen las malas lenguas, se inspiró en su dentista para encarnar al doctor Moreau) tiene que reprimir con su látigo los deseos de rebelión de sus criaturas pseudohumanas. Bela Lugosi, *el que dice la ley*, le ayuda obligándoles a repetir un mantra diabólico: *No somos hombres*.

PATENTE REAL: En 1866, Mendel ya estudió las leyes de la herencia encarnadas en un inofensivo guisante. Tres años después se consiguió aislar el ADN del núcleo de una célula. Pero aún faltaba más de un siglo para el hallazgo más mediático de la ingeniería genética: la primera clonación de un mamífero, la oveja Dolly, nacida en 1996.
EN DVD: No editada.

Harvey Keitel graba los últimos días de Romy Schneider.



REALITIES

PELÍCULA: "La muerte en directo" (Bertrand Tavernier, 1979).

SNUFF MOVIE: Un reportero de televisión (Harvey Keitel) que lleva cámaras implantadas en los ojos rueda los últimos días de la vida de una mujer (Romy Schneider) que sufre una enfermedad incurable. Sin que ella lo sepa, es protagonista del programa de mayor audiencia de la televisión de un futuro incierto.

UN LEGADO MORTAL: La responsabilidad moral de los medios de comunicación y su falta de escrúpulos a la hora de vulnerar el derecho a la intimidad son los motores narrativos de proyectos tan dispares como *Perseguido* (Paul Michael Glaser, 1987), *Días extraños* (Kathryn Bigelow, 1995) o *El Show de Truman* (Peter Weir, 1998).

PATENTE REAL: Hagan zapping y lo comprobarán: es más fácil encontrarse en la tele con un reality que con un camello en el desierto. Desde pioneros como *Cops* o *The Real World* hasta clásicos patrios como *Gran Hermano* u *Operación Triunfo*, el reality se ha convertido en el formato más aplaudido por los espectadores. Aún no ha muerto nadie en directo, pero, si la cosa sigue así, el final de *Network, un mundo implacable* (Sidney Lumet, 1976) está a la vuelta de la esquina.

EN DVD: No editada.

REALIDAD VIRTUAL

PELÍCULA: "Proyecto Brainstorm" (Douglas Trumbull, 1983).

LA VIDA DE LOS OTROS: Dos científicos inventan un artefacto con forma de sombrero cibernético que graba las emociones y pensamientos de una persona, permitiendo que otra los experimente. El Pentágono quiere hacer un uso indebido del invento: lavar cerebros es mejor que disfrutar de los sueños ajenos.

UN ACCIDENTE INAPROPIADO: La sospechosa muerte de Natalie Wood durante el rodaje estuvo a punto de cancelar la película. Douglas Trumbull la acabó como pudo, pero la experiencia fue traumática y fallida: fue su último trabajo como director de largos en Hollywood.

PATENTE REAL: En 1995 Nintendo comercializó la Virtual Boy, una consola de videojuegos que utilizaba un proyector estilo gafas 3D que permitía interactuar en un entorno tridimensional. Fue un fracaso: era demasiado pesado para usarlo como sistema portátil y podía causar fatiga ocular. 12 años después, la realidad virtual, sea inmersiva (videojuegos, exposiciones multimedia) o no inmersiva (Internet, Second Life), es parte indisoluble de nuestras vidas.
EN DVD: No editada.



Christopher Walken, Louise Fletcher, Cliff Robertson y Natalie Wood.



Maureen O'Sullivan y El Brendel, enamorados sin permiso.

VIDEOTELÉFONO

PELÍCULA: "1980 (una fantasía del porvenir)" (David Butler, 1930).

UN MUSICAL KITSCH: Los neoyorquinos de 1980 llevan números en vez de nombres y están controlados por un gobierno que debe aprobar por ley los matrimonios. En ese contexto, O (El Brendel) quiere casarse con LN-18 (Maureen O'Sullivan). Para probar su valía, viajará a Marte para constatar que los marcianos son réplicas de los humanos.

UN RECITAL DE GADGETS: Curioso que una película tan ingenua, tan propia de los balbuceos del sonoro, fuera tan visionaria al describir los detalles del futuro: no solo avanzó las videollamadas, sino también las puertas automáticas y los niños probeta.

PATENTE REAL: El primer prototipo de videoteléfono data de principios de los 60, y empezó a comercializarse en contadas cabinas de Nueva York y en grandes empresas con visión de futuro. Ahora, quien no tenga un móvil con opción de videollamada vive en la prehistoria de las telecomunicaciones.

EN DVD: No editada.

NANOTECNOLOGÍA MÉDICA

PELÍCULA: "Viaje alucinante" (Richard Fleischer, 1966).

ÉRASE UNA VEZ EL CUERPO HUMANO:

¿Raquel Welch atacada por un anticuerpo? ¿Una nave espacial hundida hasta el cuello en el humor acuoso? ¿Una nube de glóbulos blancos? Por muy naïf que pueda parecer, la odisea de este equipo de científicos miniaturizados para luchar contra un coágulo mortal sigue siendo una ejemplar película de aventuras.

TAMAÑO NATURAL: Los decorados eran réplicas enormes del corazón, los pulmones y el cerebro humano; réplicas que contaron con la asesoría de un grupo de médicos y expertos, y un presupuesto

holgado (seis millones de dólares de la época) para que resultaran realistas.

PATENTE REAL: Preocupada por las radiaciones que afectan la estructura del ADN celular de los astronautas en misiones espaciales, la NASA está investigando la creación de nanocápsulas que viajen a



Raquel Welch y Stephen Boyd, entre células.

través del organismo para liberar veneno en el mismo corazón de los tumores malignos o las células cancerígenas. Algunas microcámaras ya pueden introducirse en el cuerpo humano para examinar de cerca órganos dañados.

EN DVD: Fox.



Ethan Hawke, rebelde al sistema con causa.

PRUEBA AUTOMATIZADA DE ADN

PELÍCULA: "Gattaca" (Andrew Niccol, 1997).

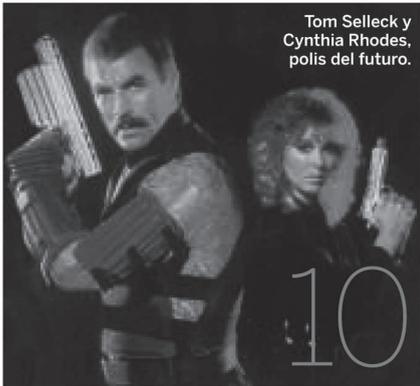
LOS GENES DE LA PERFECCIÓN: Habrá un día en que el mundo se divida en Válidos y No Válidos. Los mejores empleos serán para los que nacieron en un tubo de ensayo. Diariamente deben someterse a un examen instantáneo de ADN para demostrar que su identidad es intachable. Una oveja negra desafía esos controles.

TÍTULO BÍBLICO: *El Octavo Día*; así bautizó Niccol a *Gattaca* antes del título definitivo, en referencia a lo que el hombre se permite hacer con la creación divina.

PATENTE REAL: En 1985, Sir Alec Jeffreys inventó una versión primitiva de la prueba de ADN de *Gattaca* en la Universidad de Leicester. Lo que hizo Niccol es utilizarla como test de competencia laboral, acelerando un proceso de análisis genético que aún se encuentra en la prehistoria. El alcalde de Nueva York, Michael Bloomberg, propuso hace poco un sistema de identificación biométrica, similar al de *Gattaca*, para distinguir a los trabajadores norteamericanos de los inmigrantes.

EN DVD: Sony Pictures.

DEL CINE-FICCIÓN A LA REALIDAD



Tom Selleck y Cynthia Rhodes, polis del futuro.

MICROCÁMARA VOLADORA

PELÍCULA: "Runaway, brigada especial" (Michael Crichton, 1984).

ANDROIDES ASESINOS: Desde su opera prima, *Almas de metal* (1973), Michael Crichton se ha dedicado a avisarnos de los peligros de la tecnología. Aquí, un policía dedicado a la caza y captura de robots traviesos, se da de bruces con una trama conspirativa, organizada por un genio de la electrónica. Uno de los gadgets que utilizan los cuerpos de seguridad para localizar a sus presas es una microcámara voladora, dirigida por control remoto.



FRACASO SORPRESA: Crichton estaba seguro de que *Runaway* iba a convertirse en la película de ciencia-ficción del año. No contaba con el estreno de un film de serie B por el que nadie daba ni un duro: *Terminator* (James Cameron, 1984).

PATENTE REAL: Una cámara voladora muy parecida a la de *Runaway* ha sido utilizada por el ejército norteamericano en la Guerra de Irak para detectar minas y emboscadas.
EN DVD: Sony Pictures.

EXOESQUELETOS MECÁNICOS

PELÍCULA: "Aliens" (James Cameron, 1986).

LA MUJER MÁQUINA: Metida en un monstruoso artefacto mecánico, Ripley era clavadita a Mazingher Z. Las monstruosas dimensiones de un exoesqueleto mecánico le permitían defenderse de los aliens del planeta LV-426, 57 años después de su primer y fatal encuentro.

MARINES Y MADRES: No deja de ser curioso que la película de la saga que explota su carácter más abiertamente masculino, poniendo el acento en la camaradería militar y la agresividad high tech (Cameron escribió en esa época el guión de *Rambo*, de George Pan Cosmatos), sea también la que propicia que Ripley adopte por primera vez el papel de madre protectora.

PATENTE REAL: A principios del siglo XXI empezaron a fabricarse los primeros exoesqueletos con fines militares. Su objetivo: permitir que un soldado pueda llevar sobre sus espaldas pesos de 80 a 300 kilos mientras corre o escala.

EN DVD: Fox.



Sigourney Weaver, Ripley robotizada.



Keir Dullea, astronauta de la más revolucionaria odisea espacial.

COMPUTADOR-LECTOR DE LABIOS

PELÍCULA: "2001, una odisea del espacio" (Stanley Kubrick, 1968).

INTELIGENCIA ARTIFICIAL: Hal 9000 controla cada una de las funciones de la nave Discovery, que se dirige a Júpiter para investigar una misteriosa señal electromagnética. En el momento en que falla (el momento en que sucumbe a algo parecido a una emoción), Hal 9000 descubre que los dos tripulantes de la misión quieren desconectarlo gracias a que puede leer sus labios.

PRODUCT PLACEMENT: Kubrick contó con la colaboración de compañías punteras en investigación tecnológica como Whirlpool, IBM, Pan Am o la mismísima NASA para confeccionar un futuro que pudiera parecer real. A cambio, los logos de las empresas aparecían repartidos generosamente en aparatos y decorados de la película.

PATENTE REAL: En febrero de este año, saltó la noticia de que el gobierno británico quiere incorporar tecnología lectora de labios a las cámaras de vigilancia callejera. En cuanto se detecten palabras que puedan ser sospechosas de pertenecer a un discurso criminal, mandarían un mensaje de alerta para que la policía se personara

inmediato en el lugar de los hechos.

EN DVD: Warner.



Sergi SÁNCHEZ, crítico y colaborador de FOTOGRAMAS, acaba de publicar el libro *Películas clave del cine de ciencia-ficción* (Ediciones Robinbook).

Agradecimientos a Vídeo Instan (Barcelona).

Harry Sukman y Sam Fuller. Música para un western de culto: *Cuarenta pistolas* (1957)

Lucía Pérez García y Ángel Justo Estebaranz

Universidad de Sevilla

Resumen: En este artículo se estudia la música compuesta para la película *Cuarenta Pistolas*, un interesante western dirigido por Sam Fuller en 1957. La partitura es obra de Harry Sukman, compositor que colaboraría con Fuller en otras ocasiones, y que logra combinar con mano magistral los fragmentos instrumentales con canciones que hacen referencia a los protagonistas. En este trabajo se estudian las características de la banda sonora de la película, y se ponen en relación con otras pertenecientes al género y también a la obra de Fuller.

Introducción

Cuarenta Pistolas es una película del gran director americano Sam Fuller, que fue rodada en 1957 y que, hoy en día, se considera como una película de culto. En ella, el director aborda la historia de una autoritaria terrateniente del condado de Cochise (Arizona), Jessica Drummond –magistralmente interpretada por Barbara Stanwyck-, quien se las tendrá que ver con el nuevo sheriff. A ella le acompaña un nutrido grupo de pistoleros -40, tal como reza el título de la película-. Durante el metraje asistimos al enamoramiento del sheriff (Cliff Bonnell) por parte de la terrateniente, y también al enfrentamiento entre éste –antiguo pistolero- con el hermano de Jessica. El amor que se muestra en pantalla está trufado de complicaciones, pues la pareja se muestra fiel a sus respectivos principios, que dificultan un final feliz. Fuller hizo gala de su conocimiento del cine y de su dominio del lenguaje cinematográfico, con unos espectaculares planos secuencia, así como un hábil manejo de la cámara merced a travellings de gran belleza, y un máximo aprovechamiento del cinemascope en blanco y negro.

Sam Fuller (1912-1997), el director, fue en sus orígenes periodista de sucesos y escritor de novelas policíacas, género en el que sobresaldría ya en el cine, junto con sus aportaciones al bélico¹. A estos géneros hay que añadir sus apreciables incursiones en el western, entre las que destacan *Yuma* (*Run of the Arrow*, 1957) y la que nos ocupa, *Forty Guns*, que ejerció una notable influencia en Europa a finales de los años 50'. De hecho, en Francia se valoró como obra maestra, y catapultó a Fuller al estatus de autor de culto².

¹ SÁNCHEZ NORIEGA, J. L.: *Historia del cine: teoría y géneros cinematográficos, fotografía y televisión*. Alianza, Madrid, 2002, p. 498.

² HUGUES, H: *Stagecoach to Tombstone: The Filmgoers' Guide to the Great Westerns*. I.B. Tauris, London, 2007, p. 102.

El compositor de la Banda Sonora: Harry Sukman

Harry Sukman (Chicago, 1912-Palm Springs, 1984) fue un prolífico compositor y pianista americano, cuya actividad vinculada a la música de cine se desarrolló entre las décadas de 1940 y de 1970. Contratado como pianista por la Paramount en 1942, Victor Young le enseñó a orquestrar, componer y adaptar material para una película³. Compuso numerosas bandas sonoras para el género western, tanto destinadas al cine como a la televisión. Para la gran pantalla destacan, además de *Cuarenta Pistolas* (Samuel Fuller, 1957), que fue su segundo western, *Fury at Showdown* (Gerd Oswald, 1957), y *The Hangman* (Michael Curtiz, 1959)⁴. Con el propio Fuller trabajó también en otras películas posteriores como *The Crimson Kimono* (1959) y *Bajos Fondos* (*Underworld U.S.A.*, 1961)⁵. Tras estas películas se dedicaría fundamentalmente a la televisión. Para este formato escribió partituras memorables, entre las que destacan las series del Oeste *Bonanza* (30 episodios entre 1969 y 1972⁶), *El Gran Chaparral* (*The High Chaparral*, 1967-1971⁷), *Daniel Boone* (1967), *Laramie* (1960) o *The cowboys* (1974)⁸.

Además de adentrarse en el mundo del western, hizo incursiones en otros géneros como el terror (*Salem's Lot*, Tobe Hooper, 1979, su última obra⁹), el drama, el cine de espías (*A bullet for Joey*, Lewis Allen, 1955¹⁰), el bélico (*Screaming Eagles*, Charles Haas, 1956¹¹) e incluso la ciencia-ficción, donde apareció acreditado por primera vez (*Gog y Riders to the Stars*, ambas de 1954)¹².

³ GREEN, P: *A History of Television's The Virginian, 1962-1971*. McFarland, Jefferson, 2006, p. 227. El trabajo con Victor Young debió de ser para Sukman una gran oportunidad de aprendizaje, pues el compositor de Chicago dominaba todas las facetas del músico de cine: había sido arreglista, director de orquesta, adaptador, compositor y músico para películas no acreditado, desempeñándose siempre con una gran generosidad que le valió una buena reputación entre los profesionales del género. Véase CARMONA, L. M: *Música & Cine. Las grandes colaboraciones entre director y compositor*. T&B Editores, Madrid, 2012, p. 322.

⁴ Esta última producción de la Paramount, de buena factura e interés, no carece de cierta humanidad, tal como opinaba Tulard. Véase TULARD, J: *Le Nouveau guide des films*. Robert Laffont/Bouquins/Segher, 2013, s. p.

⁵ DICKOS, A: *Street with No Name: A History of the Classic American Film Noir*. University Press of Kentucky, Lexington, 2002, p. 128, y DOMBROWSKY, L: *The Films of Samuel Fuller: If You Die, I'll Kill You*. Wesleyan University Press, Middletown, 2015, p. 228.

⁶ LEIBY, B. R. y LEIBY, L. F: *A Reference Guide to Television's Bonanza: Episodes, Personnel and Broadcast History*. McFarland, Jefferson, 2005, pp. 21, 27 y 152.

⁷ Esta partitura adelanta algunas ideas en relación a la progresión armónica en el final de la primera frase que se aprecian en otras muestras del western e, incluso, en *Star Wars*. Véase DOWNES, S. (ed.): *Aesthetics of Music: Musicological Perspectives*. Routledge, 2014, s. p.

⁸ TERRACE, V: *Encyclopedia of Television Series, Pilots and Specials*, Volume 2. VNR AG, New York, 1985, p. 100.

⁹ DEAL, D: *Television Fright Films of the 1970s*. McFarland, Jefferson, 2014, p. 13.

¹⁰ MAVIS, P: *The Espionage Filmography: United States Releases, 1898 through 1999*. McFarland, Jefferson, 2011, p. 44.

¹¹ REID, J: *Hollywood Classics 2: B Movies, Bad Movies, Good Movies*. Lulu Press, Inc., 2004, pp. 98-99. En esta película, además de componer la música, dirigió a la orquesta.

¹² GREEN, P: *A History of Television's The Virginian...*, op. cit., p. 227.

Sukman no sólo componía, sino que también dirigió él mismo alguna de sus partituras. Sirva de ejemplo de ello *Around the World Under the Sea* (Andrew Marton, 1966)¹³, o la misma *Cuarenta Pistolas*¹⁴. Su labor fue reconocida por la Academia ya a comienzos de los 60', pues fue premiado junto con Morris Stoloff con el Oscar a la mejor banda sonora por su partitura para el biopic sobre Franz Liszt *Sueño de amor* (*Song without End*, Charles Vidor y George Cukor, 1960). Por su parte, *Fanny* y *The singing nun* le valieron otras dos nominaciones en la misma categoría. Ahora bien, a pesar de su notable contribución en diferentes géneros de la música cinematográfica, y siendo premiado por la Academia, su figura no ha despertado el mismo interés que la de otros grandes compositores de música para westerns, como Dimitri Tiomkin, Max Steiner o Elmer Bernstein, entre muchos otros. Apenas existen estudios monográficos sobre su figura, y muchas Historias del cine, e incluso Historias de la música de cine, obvian a Sukman.

Análisis de los elementos musicales de la película en comparación con otros westerns psicológicos del periodo

Cuarenta pistolas pertenece al subgénero del western psicológico, un tipo de western que se dio tras la Segunda Guerra Mundial, proliferando sobre todo en la década siguiente, donde el protagonista tiene que enfrentarse a una batalla interna entre su moralidad y sus instintos, y al mismo tiempo hacer frente a adversarios externos. Es un western donde la psicología de sus personajes “puede ser tan caótica y laberíntica como el desierto que lo rodea”¹⁵. Como todo subgénero, también tiene sus características musicales, las cuales pueden extraerse del análisis de los distintos elementos musicales de un grupo de westerns de esta tipología y de sus diferentes porcentajes en él.

	CUARENTA PISTOLAS	MEDIA WESTERN PSICOLÓGICO
SILENCIO	42.35%	44.39%
MÚSICA	57.65%	55.61%
<i>MÚSICA DIEGÉTICA</i>	8.14%	13.85%
<i>FALSA DIÉGESIS</i>	8.02%	2.82%
<i>MÚSICA INCIDENTAL</i>	83.84%	83.84%
<i>MÚSICA PREEXISTENTE</i>	-	8.31%
<i>MÚSICA ANEMPÁTICA</i>	-	6.82%

Tabla 1. Porcentajes del uso de la música en *Cuarenta pistolas* y otros western del subgénero psicológico del mismo periodo (elaboración: Lucía Pérez García).

¹³ OSBORNE, J: *Movie/TV Soundtracks and Original Cast Recordings Price and Reference Guide*. Jerry Osborne Enterprises, Port Townsend, 2002, p. 34.

¹⁴ http://www.imdb.com/title/tt0050407/fullcredits?ref_=tt_ov_st_sm (Consultado el 10/03/2016).

¹⁵ BANDY, M. L. y STOHR, K: *Ride, Boldly Ride: The Evolution of the American Western*. University of California Press, Berkeley, 2012, p. 166.

En la tabla 1 se reflejan las categorías del empleo de la música en la película objeto de este trabajo, y el porcentaje que alcanza cada una de las categorías dentro de la película y en comparación con la media de otras pertenecientes al subgénero¹⁶. Las dos primeras categorías, en negrita, hacen referencia a la totalidad de la película. El resto, subcategorías referidas a la música, aparecen en cursiva. Se puede observar cómo, poniendo los resultados del psicológico en relación con los de *Cuarenta pistolas*, existe una gran similitud, a excepción de los dos últimos valores. Pese a que el silencio juega un papel importante como agente de tensión, suspense e incluso de violencia en algunos casos, la música le supera en porcentaje, ya que es ella la encargada de hablarnos del dilema moral del protagonista. La mayor parte de la música es de carácter incidental (83.84%), aunque un gran porcentaje de ella se inserta dentro de la diégesis, ya sea de forma pura o en calidad de falsa diégesis, como es el caso del western que nos ocupa. El papel anempático que suele aportar la música diegética en el western psicológico se sustituye en *Cuarenta pistolas* por el empleo de un tipo especial de falsa diégesis que crea un desasosiego asimilable al de la música anempática, ausente en la película de Fuller. El último elemento, la música preexistente, tampoco aparece. *Cuarenta pistolas* puede prescindir de su carácter necesario al no situarse en un tiempo y un lugar concreto, sino en un espacio más bien mítico. No obstante, en los planos de la boda suena un fragmento que nos remite directamente a la Marcha nupcial de Wagner incluida en su ópera *Lohengrin*. Es el primer motivo, con el salto de 4ª justa ascendente, y la repetición de la tónica tres veces, el que emparenta la pieza de Sukman para esta película con la marcha antes mencionada. Asimismo, también aparece la cita de la segunda célula de la marcha, lo que relaciona ambas piezas. Es un recurso que utiliza el compositor americano para ahorrar explicaciones al espectador y situarlo en un contexto festivo que, de repente, se va a ver empañado por la muerte del novio –uno de los Bonell- a manos del hermano de Brockie.

1. Música diegética: las canciones de la película

Dentro de la música diegética (aquella que escuchan el espectador y los personajes de la película) existe en este caso un predominio de las canciones. Son pocos los largometrajes de Sam Fuller que incluyeron una canción original dentro de la banda sonora. *La casa de bambú* (1955) incluía el tema “House of Bamboo” de Leigh Harline; en *Corredor hacia China* (1957) se escuchaba “China Gate” de Victor Young, y en *Verboten!* (1959), una canción de título homónimo (“Verboten!”) de Harry Sukman. Todas ellas pertenecen a la década de los cincuenta, cuando la moda de las “title songs” estaba en pleno auge¹⁷.

¹⁶ Este sistema de categorías, establecido para otro contexto de análisis, se mostró funcional a la hora de comparar el uso de la música en otras películas. Véase JUSTO ESTEBARANZ, A. y PÉREZ GARCÍA, L.: “Del Japón feudal al planeta Akir: Estudio comparativo de la música en “Los siete samuráis” y sus remakes americanos”. En COSTA VALENTE, A. y CAPUCHO, R: *Avanca/Cinema 2015*. Edições Cine-Clube de Avanca, 2015, pp. 159-166.

¹⁷ Una “title song” era aquella canción principal de la banda sonora cuyo título coincidía con el de la película, convirtiéndose de esta forma en un reclamo comercial. Fueron muy utilizadas durante los cincuenta, a partir del éxito de *Solo ante el peligro* (Fred Zinnemann, 1952) y “The Ballad Of High Noon” (también conocida como “Do Not Forsake Me Oh My Darling”) de Dimitri Tiomkin.

Cuarenta pistolas, sin embargo, es un ejemplo singular dentro de la filmografía de Fuller. Además de contener dos canciones originales: “High Ridin’ Woman” y “God Has His Arms Around Me”, ninguna lleva el título de la cinta. Es cierto que la primera de ellas, que funciona como tema principal, lleva el título original concebido por el director en 1953 para la película¹⁸. Pero finalmente, como todo en el cine de Fuller, no siguió las normas establecidas, quedándose con el mismo título cuando el de la película cambió al que ahora conocemos: *Cuarenta pistolas*.

“High Ridin’ Woman” sigue el esquema establecido por *Solo ante el peligro* (Fred Zinnemann, 1952), con música de Dimitri Tiomkin, donde la canción aparece ya en los créditos iniciales y subraya la acción dramática. Al igual que los westerns de esta década, la letra hace referencia al tema principal de la película con cierto misterio, dejando libertad de interpretación al espectador y otorgando a los personajes una mayor profundidad dramática y psicológica. La diferencia está en el modo en el que es presentada en pantalla. En primer lugar, no aparece con letra desde el inicio, lo cual oculta información al espectador¹⁹. La melodía se relaciona con Jessica desde el primer momento, pero no nos dice nada de su personalidad, enlazando el personaje con los protagonistas de pasado misterioso del western de los cincuenta. Cuando al fin escuchamos la letra en el minuto seis de metraje, el espectador ya es capaz de completar el perfil de una mujer a la que creía diferente²⁰. Y en segundo lugar, la presentación diegética de la canción se hace mediante un tipo de falsa diégesis característico del cine de Fuller, que ya podía verse en la escena final de *Corredor hacia China* (1957), cuando el Sargento Brock (Gene Barry) y el chico (Warren Hsieh) caminan por las ruinas acompañados de la canción “China Gate” de Victor Young. El tema parece incidental hasta que pasan al lado de Goldie (Nat King Cole), quien entona la canción mientras limpia su rifle. En plano no parecen instrumentos, y el volumen es el mismo desde que el sargento y el chico aparecen en el otro extremo de la calle. Esto mismo ocurre en *Cuarenta pistolas* con la balada “High Ridin’ Woman” de Harry Sukman, donde se aprecia este procedimiento mucho más claramente. En este caso, mientras suena la canción, Fuller nos muestra varios planos de diferentes rincones de la ciudad. En cualquiera de esos rincones el volumen es el mismo. Hasta pasados veintisiete segundos, no vemos que es Jidge Carroll el que está cantando camino del baño.

Bill Stinson, uno de los líderes del departamento musical de Paramount, afirmaba: “Hay títulos de películas que son inapropiados para una canción principal, pero la mayoría de los productores no le ponen solución. Yo he aprendido bien que las canciones deben llevar el título de la película (title songs), porque es publicidad incorporada”. Véase KARLIN, F: *Listening to movies*. Schirmer Books, New York, 1994, p. 224.

¹⁸ DOMBROWSKY, L: *The Films of Samuel Fuller: If you die, I'll kill you*. Wesleyan University Press, Middletown, 2008, p. 108.

¹⁹ Aunque sí existen famosos westerns de la época en los que, al inicio, la canción también aparece sin letra, entre ellos *Johnny Guitar* (Nicholas Ray, 1954), *La última bala* (James Neilson, 1957), *Río Bravo* (Howard Hawks, 1959) o *El Álamo* (John Wayne, 1960).

²⁰ El personaje de Jessica se podría poner en relación con el de Vienna en *Johnny Guitar* (Nicholas Ray, 1954). Ambas son mujeres de apariencia dura y fuerte, casi masculina, que esconden su lado más humano y su feminidad. Esta cualidad, que acabará por desvelarse a lo largo de la película, queda descrita de forma sutil en la canción principal (compuesta por Victor Young, colaborador de Sukman en la cinta de Fuller), la cual, como en *Cuarenta pistolas*, no aparece con letra hasta cierto punto de la película, escondiendo su significado y, con ello, el verdadero carácter de la protagonista.

El acompañamiento de guitarra aún tardará dieciséis segundos más en aparecer de forma diagética (es decir, que el guitarrista se muestra en pantalla después de haber comenzado a escucharse la canción acompañada por este instrumento). Pese a ello, el espectador está escuchándolo al mismo volumen desde el inicio de la canción.



Nat King Cole cantando el tema “China Gate” en la película del mismo título.
<https://youtu.be/tA1LuLTuQHU>



Jidge Carroll cantando “High Ridin’ Woman”, justo en el momento en el que aparece en plano el guitarrista. <https://youtu.be/4IPZoZ1vRR0>

El mismo recurso es aplicado a la segunda canción, “God Has His Arms Around Me”, que se escucha durante el funeral de Wes (Gene Barry), al que asiste una apenas Louvenia (Eve Brent). De nuevo es Jidge Carroll el que canta fuera de plano, y al que solo vemos cuando la cámara se desplaza hacia la izquierda. En este caso, como en el de *Corredor hacia China*, no aparece ningún instrumento. Ambas canciones, casualmente, fueron compuestas por Victor Young.



Louvenia en el funeral de Wes, mientras Jidge Carroll canta "God Has His Arms Around Me" fuera de campo.



Según Williams, las dos baladas mencionadas anticipan el uso del tema musical como leitmotiv en el western italiano²¹. Y ello es debido al conocimiento y aprecio que, entre los directores del spaghetti western, se tenía de la filmografía de Sam Fuller.

2. Uso del silencio y de la música incidental

Cuarenta pistolas comienza en silencio. Este detalle ya nos está diciendo que éste será un recurso dramático fundamental (de hecho, ocupa el 42,35% del metraje). En esta primera secuencia vemos a los tres hermanos Bonnell camino de la ciudad en una carreta. Se escucha el piar de los pájaros y el traqueteo de las ruedas. Sonidos apacibles y soporíferos del viajero. La sombra de una nube cubriendo el paisaje nos avisa de que algo malo se acerca. Los planos se aceleran. Una caballada a toda velocidad. El ruido del galope sobre el silencio de la pradera podría perfectamente sustituir a las percusiones que acompañaban la amenaza de los forajidos de *Los siete samuráis* (Akira Kurosawa, 1954)²². Jessica y sus cuarenta hombres pasan velozmente casi sin esquivar el carro. Aún no ha ocurrido nada, pero intuimos que va a ocurrir. Y es que en el cine de Sam Fuller la violencia se apoya, más que en sí misma, sobre los encuadres, los movimientos de cámara y el tratamiento del sonido²³. Es entonces cuando entra la música.

El tema principal, el que más tarde descubriremos en forma de canción, acompaña las imágenes de forma simbólica. Harry Sukman juega con las tonalidades, la instrumentación y la letra para hablarnos de Jessica de forma subjetiva. Los primeros compases se centran en el primer verso de la canción: “She’s a high ridin’ woman with a whip”. Nos hablan de una mujer fuerte, valiente, enérgica, una mujer de acción y de armas tomar. Los metales, familia de instrumentos generalmente asociada a lo masculino, dominan la partitura. La misma frase se repite en un aumento progresivo de tonalidad, para luego jugar con los tonos descendentes una vez que la cámara se centra en los hombres que la acompañan. Magnificada ella como el punto alto de la jerarquía y como leyenda, el descenso tonal habla de subordinados y de maldad, de caída, de muerte. Esta introducción nos prepara para conocer el lado oculto de la protagonista –la cámara se aleja en un plano general-, su lado femenino, delatado por un nuevo ascenso tonal, por la entrada de las cuerdas y por el avance de las estrofas. Será la faceta que acabe imponiéndose sobre la oscuridad. Porque, según la canción, “You may find that the woman with a whip is only a woman after all”²⁴. Los metales, sin embargo, seguirán enfatizando los versos del inicio,

²¹ WILLIAMS, T: “Forty Guns”. 2005, p. 2. En http://edinburghfilmguild.org.uk/programme_notes/forty_guns.pdf (Consultado el 30/11/2015).

²² Samuel Fuller conoció a Akira Kurosawa, y afirmaba que le encantaban sus películas. “No había visto ninguna película japonesa. Pero vi muchas cuando estaba tratando de elegir a la actriz protagonista (para *La casa de bambú*, 1955). Me ayudaron muchos directores, incluido Kurosawa. Conocí a Kurosawa en un banquete en Hollywood [...] antes de hacer *La casa de bambú* vi las primeras películas de Kurosawa, en blanco y negro, de bajo presupuesto, fantásticas”. Y, más adelante: “Cuando veo una película extranjera que me emociona de esa manera, me vuelvo loco. Por eso me gustan tanto las películas de Kurosawa...”. Ambos testimonios están recogidos en VIDAL ESTÉVEZ, M. y PARTEARROYO, T: “La palabra en acción: entrevista a Samuel Fuller”. *Nosferatu. Revista de cine*, 12, 1993, pp. 62 y 66.

²³ LATORRE, J. M: “Forty Guns (Samuel Fuller, 1957)”. *Nosferatu. Revista de Cine*, 53, 2006, p. 171.

²⁴ “Te darás cuenta de que la mujer del látigo es una mujer después de todo”.

los que hablan del carácter de Jessica, porque aún no hay que desvelarlo todo. El tema queda magnificado en un *fortissimo*, propio de las fanfarrias clásicas hollywoodienses y del tono con el que Fuller concibió el guión original²⁵.

Este tema será el que domine la banda sonora, entrelazándose en el tejido dramático para completar paulatinamente la imagen de la verdadera Jessica. Una forma de concebir la música en la línea del estilo impuesto por Dimitri Tiomkin con *Solo ante el peligro* (Fred Zinnemann, 1952), que llenaría los westerns de la década. No en vano, Harry Sukman estaba trabajando con Tiomkin, con quien le uniría una amistad de por vida, en la misma época en la que componía *Cuarenta pistolas*²⁶. Aquel mismo año, Tiomkin terminaba de afinar el método con *Duelo de Titanes* (John Sturges, 1957). No es de extrañar, pues, que ejerciera una influencia importante sobre un Sukman casi veinte años más joven.

El tema se escucha en doce ocasiones, combinando su presencia dentro y fuera de la diégesis. Además de ello, el juego con las dos caras de Jessica sirve a Sukman para elegir la instrumentación y la tonalidad, de modo que vamos a encontrar numerosas variantes del mismo. Ya hemos hablado de las canciones, pero hay una segunda forma de representación diegética de este tema principal, el piano. Dos son las escenas en las que aparece. En la primera es Griff quien lo toca. En la segunda, Jessica. Pero en ambas son los verdaderos sentimientos de ella como mujer de gran humanidad, los que justifican la simplicidad de la melodía –tocada a una sola mano, tal como se ve en la pantalla– y el hecho de ser expresados musicalmente, algo que resulta mucho más fácil que de forma verbal²⁷.

Centrándonos en la parte incidental de este tema principal, encontramos diferentes variaciones, las cuales siguen las premisas de la partitura inicial en cuanto a tonalidad e instrumentación. De este modo, Sukman emplea tonalidades mayores e instrumentos de cuerda para hablar del lado más humano y femenino de Jessica, mientras que para mostrar su lado fuerte y malvado, recurre a tonalidades menores y a una orquesta dominada por la sección de viento-metal. El juego de los matices también supone una diferenciación. A partir de aquí, podemos encontrar distintas variaciones.

Del primer caso, además de las escenas en las que la música forma parte de la diégesis, destaca aquella en la que Jessica y Griff se refugian en la cabaña tras la ventisca y ella habla sobre su pasado, confesando su amor. Dichas revelaciones se acompañan del sonido suave e íntimo de la guitarra, aumentado por la sección de cuerdas en los momentos de mayor emoción, los cuales son sublimados por un solo de violín. Este recurso del solo de violín aparece en otros momentos referidos a sentimientos de gran hondura, como el

²⁵ La primera versión del guión describía a una mujer excesivamente fuerte, llamada Álamo (como el fuerte que resistió durante tantos días en Texas ante el ejército de Santa Anna), que vivía en un castillo guardado por indios apaches. Véase DOMBROWSKY, L: *The Films of Samuel Fuller: If You Die, I'll Kill You*. Wesleyan University Press, Middletown, 2008, p. 110.

²⁶ Concretamente, trabajó como pianista para Tiomkin en la película *Viento salvaje* (George Cukor, 1957). “Wild Is the Wind issued by La-La Land Records”. *Dimitri Tiomkin Official Website*, September, 2014. <http://www.dimitritiomkin.com/7863/september-2014-wild-is-the-wind-issued-by-la-la-land-records/> (Consultada el 11/03/2016).

²⁷ En la primera ocasión, es Griff quien toca mientras le habla a Jessica sobre Brockie. Con ello le está queriendo hacer ver su humanidad, su profundo amor de hermana. Mientras que la segunda vez, la que toca es Jessica, cuando su abogado le informa de lo que el gobierno puede quitarle. Ella, sin decir palabra alguna, habla de su fragilidad mediante la melodía.

beso interrumpido por el ahorcamiento del sheriff tras haber sido rechazado por Jessica. En esta escena, Jessica vuelve a declararse ante Griff mientras que la melodía de las cuerdas nos recuerda que después de todo, es una mujer. El agudo del violín se destaca para llevarnos hacia el beso.

En cuanto al segundo caso, en el que la música sugiere la peor faceta de Jessica, encontramos momentos potentes como su llegada a la ciudad con los cuarenta pistoleros para sacar a su hermano Brockie de la cárcel, o su arrebató enérgico tras ello, donde el *tutti* orquestal en *fortissimo* recuerda a los créditos iniciales. A éstos se añaden otros menos impactantes, pero igual de efectivos, como la sugerente conversación entre Jessica y Griff tras la reunión en el comedor de ésta de todos sus subordinados, introducida por un oboe que pasa a acompañarse con las cuerdas, creando confusión entre las intenciones de la terrateniente (el oboe no pertenece a las cuerdas ni a los metales); o el rechazo de Jessica al sheriff, que se acompaña por un solo de trompeta que da entrada a las cuerdas, cuya melodía se acaba transformando en la principal, adquiriendo un tono mayor para mostrar la debilidad de Jessica, que siente por Griff lo mismo que el sheriff por ella²⁸.

Aparte del principal, encontramos un tema secundario referido a Wes y Louvenia –es decir, el hermano de Griff y la armera de la ciudad-. Se trata de un tema romántico en la línea más tradicional del sinfonismo clásico: cuerdas y arpa, en *moderato* y en *pianissimo*. Este tema no solo va a aludir a la relación entre los dos personajes, sino también al peligro constante que corre Wes, quien acabará asesinado a manos de Brockie. El hecho de que Wes acabe muriendo, hace que este sea un tema menor, que tan solo aparezca en dos ocasiones: cuando Wes y Louvenia se conocen en la armería²⁹, y cuando Wes le dice a sus hermanos que quiere ser pistolero y Griff intenta disuadirle. No existe ninguna diferencia entre ambas escenas en cuestión de instrumentación, tempo o matiz.

El resto de la música incidental no responde a ningún leitmotiv ni tema definido, sino que se inserta dentro de un instante concreto o actúa como elemento de continuidad o transición. Toda ella se mantiene dentro de unas características constantes que dan unidad a toda la banda sonora: juego de tonalidades, instrumentación contrapuesta, matices opuestos y tempos adaptados a la velocidad de la acción y el sentimiento.

De entre estos fragmentos musicales merece la pena comentar los correspondientes a los duelos, ya que la música de Sukman acompaña perfectamente la novedosa manera de filmarlos de Samuel Fuller. Son dos los duelos que tienen lugar en la película. Ambos musicados de forma similar: el metal y la percusión, instrumentos propiamente masculinos, conforman el cuerpo de ambas partituras, sustentadas por una base en ostinato. Tan solo algunos elementos los diferencian. En el primero, a la base en ostinato se añaden, en la parte final, unos breves punteos de guitarra eléctrica, un instrumento que no veremos en el western hasta la década posterior, cuando Ennio Morricone lo utilice en la *Trilogía del Dólar* de Sergio Leone, al que Harry Sukman se adelanta poco más de un lustro. Mientras

²⁸ “¿Sabes la verdadera razón por la que ha intentado matarte? Él sabe que te estoy enamorada de ti. [...] Se cómo se siente. Él siente por mí lo que yo siento por ti”.

²⁹ En esta escena aparece por primera vez el recurso del *gunbarrel* (el cañón de la pistola o, en este caso, del rifle) que luego se hará famoso por la saga James Bond. Colocado en este momento, nos avisa de que la relación estará mediada por el cañón de un arma, la de Brockie.

que en el segundo, en el que Brockie utiliza a su hermana como escudo, se pueden escuchar los primeros acordes del tema principal.

Algunos directores y compositores prefieren los duelos sin música para crear una tensión mayor. Sin embargo, el especial montaje de Fuller, con esa alternancia entre primerísimos primeros planos y planos generales, precisa de un elemento que les dé conexión y que, además, se adapte a su estilo. Y ese elemento no podía ser otro que la música.

El silencio, como ya comentamos al inicio, juega un papel importante dentro de la película, sobre todo para destacar el poder de los elementos naturales y su influencia sobre el devenir y la tragedia humana. Ejemplos claros de ello son el plano que abre la cinta y la escena de la ventisca. Otros momentos en los que el silencio cumple una misión fundamental son aquellos en los que un trémolo es seguido de una brusca interrupción que nos desvela un detalle. La tensión generada por el recurso musical viene a completarse con el silencio repentino, que no causaría el mismo impacto si apareciera solo. El mismo efecto tiene la aparición brusca y en *fortissimo* de la música tras el silencio. Mientras que el primer recurso es típicamente fullerriano³⁰, el segundo es característico del cine clásico.

Conclusión

En la segunda mitad de los años 50', Sam Fuller está realizando algunas grandes películas. Entre su producción de este periodo es especialmente singular el western *Cuarenta Pistolas*, protagonizado por una mujer de carácter fuerte y controlador, que conocerá el amor a manos del sheriff recién llegado al lugar. Junto al atractivo argumento (cuyo guion fue obra del propio Fuller), el director acertó con sus colaboradores en el apartado de la fotografía, a cargo de Joseph Biroc (quien colaboraría con él en otras películas como *Yuma* y *Verboten!*), y de la música, con Harry Sukman, quien supo combinar partes orquestales con otras de carácter country, con formaciones populares para acompañar las canciones. La música de *Cuarenta pistolas* encaja dentro de las características del western psicológico de la década de los cincuenta. Sus porcentajes se adecuan perfectamente a los de la media de películas del subgénero, con pequeñas variaciones derivadas del estilo formal y dramático del cine de Samuel Fuller. Este especial estilo es acompañado de forma ejemplar por la música de Harry Sukman quien, sin salirse de los cánones impuestos por Dimitri Tiomkin a principios de la década, juega con los distintos recursos musicales (tonalidad, matiz, tempo y color) y aporta otros tan novedosos, como el empleo de la guitarra eléctrica, ahondando en la psicología de los personajes y creando confusión e inquietud en el espectador, de cuya percepción depende adivinar el verdadero carácter de Jessica.

³⁰ “Si la alteración del paisaje está motivada por algo tan natural como unas nubes que atraviesan el cielo, así, del mismo modo, la violencia que va a seguir será una consecuencia, de acuerdo con las convicciones de Samuel Fuller, de la naturaleza humana [...] Ese “hermanamiento” de naturalezas tiene un carácter fatalista muy fullerriano”. Véase LATORRE, J. M.: “Forty Guns (Samuel Fuller, 1957)”. *Nosferatu. Revista de Cine*, 53, 2006, p. 170.

El cine en España en los años 50 y 60 del siglo XX

Una experiencia personal

M^a Concepción Ybarra. UNED¹

Al comenzar a escribir un artículo sobre CINE para esta revista de referencia científica, *Pasaje a la Ciencia*, que me ha solicitado D. Antonio Heredia Rufián, profesor y director que fue del *IES Antonio de Mendoza* de la preciosa villa jienense de Alcalá la Real, debo manifestar que con mucho gusto lo hago. Don Antonio ha sido uno de los alumnos aplicados de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) en el Master de la Facultad de Geografía e *Historia Métodos y técnicas avanzadas de investigación histórica, artística y geográfica* en el itinerario de Historia Contemporánea. Mi contacto con él, tanto telefónico como por correo electrónico, con el fin de comentar sus trabajos en las dos asignaturas que llevo en dicho Master: 1) *Centros para la Investigación (Archivos, Bibliotecas y Museos)* y 2) *Imagen (Grabado, Cartel, Fotografía, Cine y Televisión)*, nos ha llevado a entablar una amistad universitaria de igual a igual, como algunas veces ocurre en esta universidad donde los encuentros entre el profesorado y el alumnado son muy escasos por impartir las asignaturas vía *on line*. Aunque en mi Facultad tenemos profesores mucho más competentes que yo en el “Séptimo Arte”, él ha preferido que contara mis experiencias en esta materia, cuando ya estoy a pocos meses de jubilarme.

Por ello he comenzado a reflexionar sobre lo que ha significado el “séptimo arte” en mi larga trayectoria en este mundo (70 años) y he llegado a la conclusión de que sin él, tanto la formación cultural como la experiencia vital de la generación española de mi entorno hubiera sido diferente y más infeliz e inculta. En el nº del 13 de junio de 2010 de esta revista tan interesante como es *Pasaje a la ciencia*, el profesor de la Universidad de Granada, José Luis López Fernández, escribía que “El cine es ante todo.... una fábrica de sueños”, pero ahora yo añado que también el cine es un arte, una tecnología, una empresa económica y que a través de una ficción o de una realidad también puede ser “un manual histórico/social para todos los públicos”, como a continuación voy a demostrar.

Contando con mi experiencia personal y profesional voy a analizar el impacto que causó el cine en la población infantil y juvenil de los años cincuenta y sesenta del pasado siglo XX. Mi fascinación por el cine surgió muy pronto y en mi juventud procuraba no perderme cualquier estreno cinematográfico, tanto extranjero como nacional. Como hasta 1956 no comenzó la TV en España para unos pocos privilegiados que la podían disfrutar, algunos de los días que se libraba en los colegios o escuelas de Madrid, jueves y sábados por la tarde, así como los domingos de muchas familias sencillas, el modo de “pasar el rato” era llevar a sus hijos a ver películas en cuantos sitios se proyectaran y que no fueran muy gravosos, como los salones parroquiales, los colegios o “las salas de sesión continua”. Los grandes cines de estreno, que se encontraban casi todos en *La gran Vía madrileña*, debido al alto precio de las localidades quedaban reservados para las gran-

¹ La Dra. M^a Concepción Ybarra Enríquez de la Orden es *Profesora Titular* de la UNED.

des ocasiones. Por supuesto que las películas debían llevar la calificación de “toleradas” para menores de 16 años, consideradas así por las autoridades competentes, pero éstas sólo incluían las que no “dañaran” la moral “católica-franquista”. Aunque la calificación impuesta por la censura de entonces no evitaba que con frecuencia algunos filmes “terro-ríficos” o con demasiada violencia, provocaran pesadillas a los pequeños, aunque encan-taran a muchachos y “mayores” como fueron las películas dedicadas a contar historias truculentas de *Frankenstein*, *Drácula* y de tantos otros personajes extraños. También se permitían algunas películas violentas, que se anunciaban como de “guerra” o de “aventu-ras”, que exportaba la industria norteamericana por toda Europa, previamente pasadas en España por la criba de la censura que suprimía cualquier pasaje “subido de tono”. Las ni-ñas y jóvenes amantes de la lectura preferíamos el género histórico y social, los chicos las de “guerra” o de aventuras, aunque todas tenían una importante carga histórica-geográfica que daban la oportunidad a esa generación de post-guerra de aprender lo que en las aulas se trataba de forma selectiva.

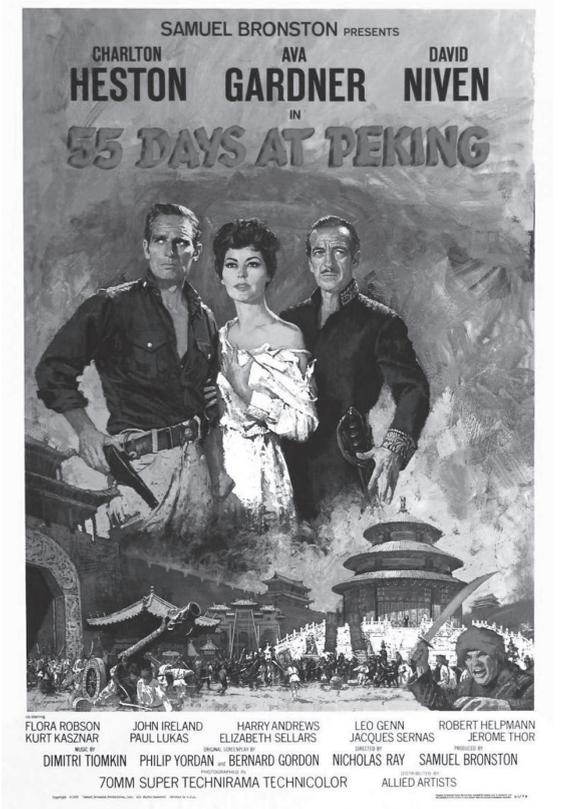
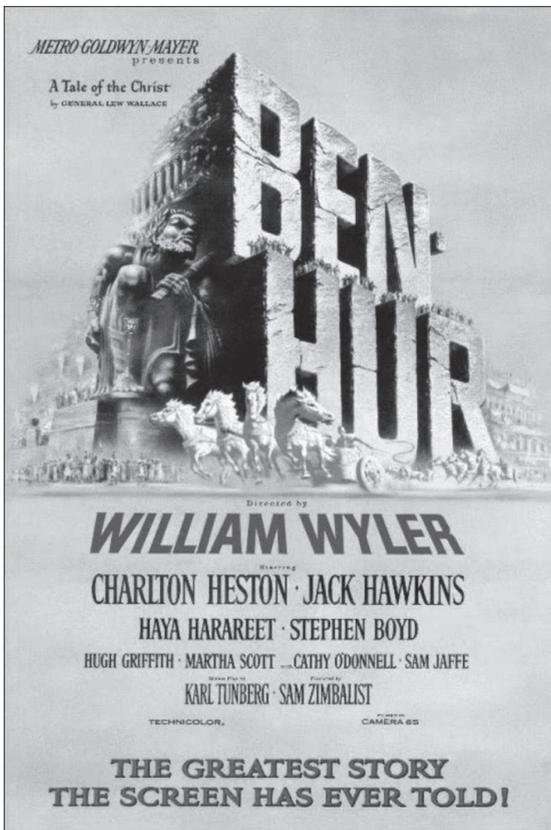
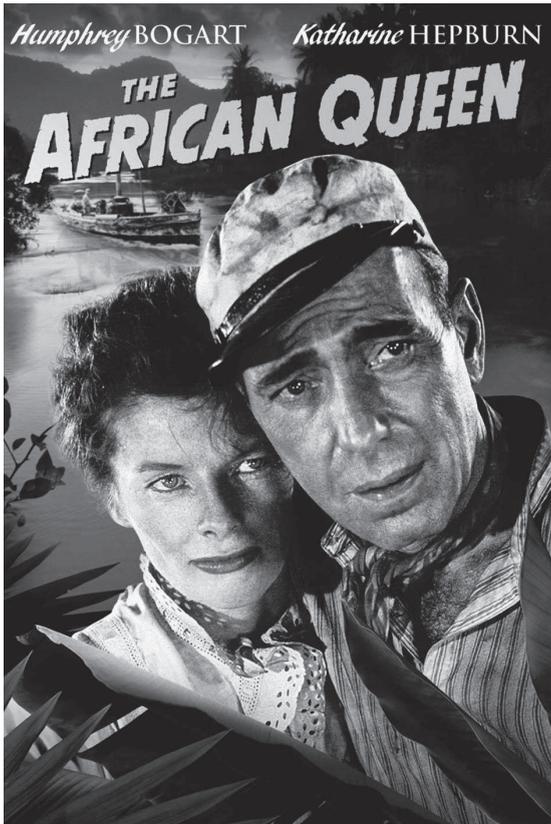
Tengo que destacar el éxito que tenían en España las películas extranjeras, muy nume-rosas en comparación con las escasas españolas en “blanco y negro”, porque ya en esos años cincuenta las importadas eran casi todas en color, aunque todavía se “pasaran” las mudas o las estrenadas en América y Europa antes de nuestra Guerra Civil, siempre que no “dañaran” a la ideología franquista. Así, una de las más famosas actrices norteameri-canas de los años 40, 50 y 60 fue Katharine Hepburn, muy apreciada en España. Procedía del Teatro como muchas “estrellas” cinematográficas de entonces y llegó al alma de las adolescentes tras interpretar a *Jo March* en *Mujercitas*, dirigida por George Cukor, que aunque estrenada en Estados Unidos en 1933, a España no llegó hasta finales de los 50. De esta novela romántica de Louise May Alcott, que casi todas las jovencitas algo ilustra-das ya habían leído, se hicieron 3 versiones, tal fue su éxito: la primera, ya comentada; la segunda en 1945 de Mervyn Leroy, con June Allyson y Elisabeth Taylor como principales actrices; la de 1994, de Gillian Armstrong con Winona Ryder de protagonista. Muchas fueron las películas que Katharine Hepburn realizó desde los años 30, entre ellas *Gloria de un día*, de 1934, donde ganó su primer Oscar. El segundo lo consiguió con *Adivina quién viene a cenar esta noche*, de 1967, un gran éxito “antirracista” y última película con el actor que siempre fue su gran “amor imposible”, Spencer Tracy, que pronto fa-lleció. Otra de sus más famosos films fue *La Reina de África*, de 1951, donde esta gran actriz y su compañero Humphrey Bogart demostraron su gran carácter. El tercer Oscar lo obtuvo por la película inglesa *El León en invierno*, de 1968, dirigida por Anthony Har-vey con su “patenaire” Peter O’Toole. Ambos actores realizaron un soberbio papel, el inglés interpretando al rey *Enrique II de Inglaterra* y la actriz neoyorkina la de su esposa *Leonor de Aquitania*. Y ya el último y cuarto Oscar hollywoodiense le fue concedido a la Hepburn por *El estanque dorado* que rodó con Henry Fonda en 1981, quien también consiguió ese premio a la mejor interpretación masculina. Así se podría ir haciendo un repaso cinematográfico de tantas figuras extranjeras que siempre nos han “encandilado” como: Greta Garbo, Orson Welles, Olivia de Havilland, Burt Lancaster, Marilyn Monroe, Gregory Peck, Marlon Brando, Charlton Heston, Sofia Loren, Rock Hudson, John Way-ne, Paul Newman, Elyzabeth Taylor, Richard Burton y tantas más... Porque en los años cincuenta y sesenta, los aficionados al cine no dábamos la importancia que ahora se da a

los directores. Éstos no eran todavía tan famosos como los actores que todos admirábamos e intentábamos emular. Esas “estrellas relucientes” que nos hacían soñar con hechos maravillosos, sorprendentes, tristes o alegres, ya que a veces llorábamos, otras reíamos y ¡hasta salíamos a la calle a “revivir” las hazañas que habíamos contemplado!

También gustaban mucho a la población infantil las películas de aventuras como *Tarzán*, con el musculoso Johny Weismüller, o las tragi-cómicas de Charles Chaplin, Cantinflas o Stan Lauren y Oliver Hardy (“el Gordo y el Flaco”). ¡Y qué decir de los dibujos animados de Walt Disney!: *Bamby*, *Fantasia*, *Cenicienta*, *Peter Pan*, *La isla del tesoro*, *El libro de la selva*, *Merlín el encantador*, *La dama y el vagabundo*... y tantos otros que encantaban a chicos y grandes.

Una de las películas extranjeras de género histórico que tuvo un gran éxito entre la población femenina española fue la austriaca *Sissi Emperatriz*, protagonizada en 1956 por una romántica y joven Romy Schneider, a la que por entonces le iban muy bien esos papeles. También tuvo mucha trascendencia para todos los espectadores la película bélica anglo-norteamericana *El puente sobre el río Kwai* de 1957, dirigida por David Lean y con una magnífica interpretación de Alec Guinness, cuya pegadiza música se “silbaba” por todas partes. Aunque las películas más famosas y espectaculares de aquéllas décadas fueron las “bíblicas” *Los Diez Mandamientos* y *Ben-Hur*, magníficamente interpretadas por Charlton Heston. La primera dirigida y producida por Cecil B. De Mille en 1956, y la segunda, del director William Wyler de 1959, que fue la más onerosa producción cinematográfica hasta entonces. Con éstas y otras “cintas” grandiosas donde actuaba Charlton Heston, el gusto general de los espectadores españoles se decantó por estos impresionantes largometrajes. También del mismo actor y rodado en 1960 por territorios españoles fue *El Cid*, del productor Samuel Broston, con Anthony Mann como director. Este gran film gustó mucho al público español, que quedó maravillado ante la belleza de *Doña Jimena* interpretada por la impresionante Sofía Loren. Samuel Broston comprendió que en España podía producir importantes filmes reduciendo costes y así compró unos terrenos en las cercanías de Madrid (Las Matas), donde se construyó una gran mansión y aprovechó las buenas condiciones climatológicas y el amable vecindario para la obtención de multitud de “extras” en sus rodajes, como fueron: *La caída del Imperio Romano*, también dirigida por Anthony Mann en 1964, donde volvió a intervenir Sofía Loren como protagonista; *55 días en Pekín*, de 1963, dirigida por Nicholas Ray, con Charlton Heston, Ava Gardner y David Niven como actores principales. Para éstas y otras grandes producciones se construyeron impresionantes decorados, que durante muchos años pudieron ser visitados, llenando de admiración a chicos y grandes. En esa época, la juventud estaba ávida de conocimientos y un buen recurso familiar era regalar libros o comics que siguieran instruyendo, como esas “pelis” que se habían visto una y otra vez. En verano, en muchos pueblos, también “echaban cine al aire libre” y así, lo que no se había contemplado a lo largo del curso, llegaba a muchos rincones de la geografía española. Esa era otra “sana diversión”, y aún mayor, porque entonces iban familias enteras y “pandillas de jóvenes” con la cena y los bolsillos llenos de las consabidas “pipas”, cuyas cáscaras “caían” al suelo, sin pensar que se podía molestar o dañar el “medio ambiente”.

A comienzos de los años sesenta, y gracias al cine, surgió un nuevo entretenimiento que pronto fue captado por la incipiente Televisión española: el juego de las “películas”.



Éste consistía en formar dos equipos enfrentados, que mediante la mímica de un participante, al que el equipo contrario le había dado el nombre de una película famosa, su propio equipo tenía que adivinar en un tiempo medido el film que se estaba interpretando por gestos. Se aceptaba dar algunas pistas, afirmando o negando por señas, si se iba descubriendo alguno de los protagonistas o escenas. Perdía el equipo que no conseguía acertar los títulos que en un principio se habían ajustado para cada uno de los grupos. Este era el primer proceso de obligada “memorización cineasta” con el que nos enfrentábamos, y que dio como resultado que nuestra generación aún hoy día se acuerde de muchas de aquellas películas y actores famosos de la época, aunque ahora tengamos dificultad para “aprendernos” los actuales.

Respecto a las películas españolas, hay que recordar que en la década de los cincuenta se produjeron para la gente menuda algunas de género religioso o “español”, que tuvieron gran éxito por escoger a “niños prodigios” para interpretarlas. Así ocurrió con la película en blanco y negro *Marcelino pan y vino*, de 1954, dirigida por Ladislao Vajda, que aprovechó a un Pablito Calvo, novel actor de sólo cinco años, que logró que este film consiguiera el reconocimiento de crítica y público que le llevó a conseguir el “Oso de Plata”, premio prestigioso del Festival de cine de Berlín. Vajda en 1957, con este pequeño actor “revelación” volvió a rodar *Un ángel pasó por Brooklyn*, también en blanco y negro, aunque más apreciada en el exterior que en España. En esos momentos comenzaron a realizarse en nuestro país muchas películas con “niños prodigio”, como fueron *Joselito*, *Marisol*, *Ana Belén*, *Rocío Durcal*, etc., que tanto juego dieron a la industria cinematográfica española. Otras producciones de género religioso en la década de los cincuenta fueron *La Señora de Fátima* dirigida por Rafael Gil en 1951, y *Molokai*, de Luis Lucia en 1959, magníficamente interpretada por Javier Escrivá. Este film contaba la historia del Padre Damián, misionero que en aquella isla del Pacífico se dedicó a cuidar a los leprosos y que fue muy venerado por muchas familias católicas. Entre el género histórico español de mayor alcance para todos los públicos hay que destacar a *Don Quijote de la Mancha*, dirigida por Rafael Gil en 1948, y *Agustina de Aragón*, de Juan de Orduña de 1950, donde tan dramáticamente se contaba la leyenda de la heroína aragonesa en la Guerra de la Independencia. Otro de los directores que alcanzaron gran éxito internacional fue Luis García Berlanga, su película *Bienvenido Mister Marshall*, de 1953, rodada en Guadalix, pueblo de la sierra madrileña, con José Isbert, Manolo Morán y Lolita Sevilla como actores principales, causó sensación por su magnífica crítica del impacto que causó en España la llegada de la ayuda de los Estados Unidos al Régimen franquista. Asimismo, fue muy aplaudida la dirección de Berlanga en *Calabuch*, de 1956, rodada en Peñíscola, donde se valoraba el saber científico de un extranjero que decide “escondarse” en un pueblo español por estar cansado de su fama. También los géneros folklóricos y musicales tuvieron amplio eco en la población adulta, como *El último cuplé*, de 1957, dirigida por Juan de Orduña, o *La violetera*, de 1958, del director Luis César Amadori, con las que ya quedó consagrada Sara Montiel como una de las “estrellas” españolas más internacionales.

Otras dos grandes co-producciones españolas de los años sesenta: *Viridiana*, de 1962 y *Tristana*, de 1970, que no pudo contemplar entonces la juventud en España, fueron muy valoradas en el mundo occidental. Las dos del ya famoso director internacional, el aragonés Luis Buñuel, uno de los primeros alumnos de la *Residencia de Estudiantes* en 1918 y exiliado en Méjico tras la contienda española. La primera llegó a recibir varios

premios, como *La Palma de Oro* del Festival de Cannes, sin embargo, fue denunciada por el Vaticano como “perniciosa”, por lo que no se pudo proyectar en España en esos años a pesar de proceder de la novela *Alma* de Benito Pérez Galdós; como tampoco se permitió en un principio, *Tristana*, también extraída de una novela de Galdós del mismo nombre y que fue candidata al *Oscar de Hollywood*. En la primera actuaron los prestigiosos actores españoles Francisco Rabal y Fernando Rey, y en la segunda los actores principales fueron Catherine Deneuve y Fernando Rey.

Por mi experiencia de historiadora y al constatar con qué rapidez van avanzando en este siglo XXI las ciencias audio-visuales, las denominadas “nuevas tecnologías”, y sobre todo, por los impresionantes recursos que el cinematógrafo está empleando, he llegado a la conclusión de que el espacio cultural y de ocio al irse “globalizando” ha ido transformando a la sociedad mundial, igualándola en muchos conocimientos técnicos y artísticos que anteriormente sólo unos pocos podían adquirir, aunque no por ello ha conseguido una sociedad más justa, más sabia ni más humana. Efectivamente, ahora todos podemos “viajar virtualmente” por todo el mundo, conseguir retroceder a nuestro pasado gracias a volver a contemplar desde los ordenadores de nuestras casas aquellas películas que nos habían encantado u horrorizado, y además, podemos conocer mejor muchos de los acontecimientos históricos que deberían hacernos entender que la diferencia de civilizaciones es una riqueza. Pero esta mayor información no ha conseguido “mejorar” a la Humanidad. Asimismo, creo que en España se cometió un gran error desde los años cuarenta en la difusión de las películas, por haber impuesto el “doblaje” al castellano de las extranjeras, que ha evitado que muchos jóvenes pudieran aprender o practicar idiomas. En la mayoría de los países europeos los filmes foráneos se subtitulan, pero no se traducen con las voces de actores de doblaje. El ejemplo más cercano lo tenemos en Portugal, donde sus gentes tienen mayor facilidad de idiomas por esforzarse en entenderlos desde niños, gracias a que solamente se admite la traducción de las películas extranjeras recurriendo a los subtítulos y no al “doblaje” de las mismas a la lengua lusa. No obstante, la profesión de “actor de doblaje” también ha dado en España, y sigue dando, bastante trabajo a muchos profesionales del medio.

También por mi dedicación como profesora de Formación Permanente de la UNED en la asignatura *El cine y el vídeo: recursos didácticos para la historia y las ciencias sociales*, así como en la asignatura de Master de *Imagen* (grabado, cartel, fotografía, cine y televisión), he comprendido la importancia y el interés que el CINE tiene para una gran parte de la población juvenil y universitaria. Existen verdaderos aficionados y profesionales que han hecho de este arte contemporáneo su principal recurso económico y social, ya sea como actores, directores, productores, realizadores, regidores, fotógrafos, montadores, guionistas, dibujantes, etc., etc. La industria cinematográfica, no sólo ha representado para aquella juventud española una diversión y un espectáculo, sino también un sueño, un aprendizaje histórico/social y un nuevo recurso para encontrar un trabajo digno en el futuro. Por ello, si la industria cinematográfica en nuestro país fuera suficientemente apoyada por empresas privadas y por el Estado, podría lograr innumerables trabajos a multitud de personas, que en las grandes y pequeñas producciones, en los cortometrajes y documentales, en los Festivales de Cine y en tantas otras industrias subsidiarias, desarrollaran su vocación y profesión de “cineastas”.

Directoras de cine españolas

Patrocinio Cano García

Profesora de Geografía e Historia del IES Antonio de Mendoza

En este artículo quiero hacer un reflexión sobre las mujeres y su papel en el cine. Aunque hay muchos aspectos a tratar porque el cine, como cualquier actividad, también refleja el sexismo de nuestra sociedad; quizás en un aspecto donde más claro se ve, de inicio, es en la necesidad que tienen las actrices de mantenerse jóvenes para poder interpretar papeles en las películas, lo que no les ocurre a los actores que tienen la posibilidad de interpretar personajes de todas las edades.

Desde sus inicios, los relatos que cuenta el cine han afectado a generaciones de personas mediante sus argumentos, sus contenidos, sus imágenes y sus ideas. La mujer ha tenido un papel preponderante y significativo en todo esto. Desde las primeras mujeres directoras, como la parisina Alice Guy-Blaché, que empezó a relacionarse con el cine en el año 1894 y que hizo cerca de mil películas, hasta las últimas generaciones de mujeres directoras y productoras. El cine, sin embargo, como en otros medios, ha evolucionado su lenguaje al mismo tiempo y ritmo que lo ha hecho la sociedad. También en la creación y ajuste de estereotipos. El tratamiento que se ha hecho de la mujer en el cine ha pasado por todas las vicisitudes que su invisibilidad, dependencia o su visibilidad e independencia ha recorrido en los últimos cien años.

Cada vez es más frecuente en el cine descubrir visiones que tienen que ver con la situación actual de la mujer, desde puntos de vista muy dispares. Existen cada vez más mujeres cineastas, directoras, productoras y la sociedad responde reflejando en el cine, cada vez con mayor énfasis, una forma de plantear el mundo y sus conflictos en los que la mujer es cada vez más visible y responsable, en contra de la visión mayoritariamente masculina y patriarcal que predomina aún en la sociedad.

El cine y la televisión han reforzado y legitimado todo tipo de estereotipos sobre la mujer. En ocasiones la representan en papeles secundarios y tradicionales, anclados en el pasado, con los mismos roles que representó socialmente desde la antigüedad. Otras veces, cada vez más en el cine actual, con el mayor número de mujeres directoras existentes, el papel de la mujer va tomando otra importancia y el cine, presenta a la sociedad una visión crítica de la mujer dependiente o la de mujeres con clara independencia, responsables y autoras, a la par del hombre, de los cambios que la sociedad necesita.

Si de inicio ya empezamos así, observamos como los argumentos en esta actividad artística está, aunque cambiando, completa de desigualdad entre los géneros. Y podríamos seguir, sobre los tipos de papeles que se dan a cada uno según su sexo, los guiones etc. Pero de modo más concreto quiero centrarme en las directoras de cine, exactamente las más próximas, las españolas, darles visibilidad y dar a conocer sus nombres y sus películas; algunas de ellas proyectándose en este momento en las pantallas de los cines; pero que muchas veces quedan en un segundo plano frente a los directores masculinos.

Es importante empezar indicando que muchas de ellas abordan temáticas que comprenden y muestran con una gran sensibilidad como línea general, como el caso de la

película “Te doy mis ojos“ de la directora Iciar Bollain, dando un enfoque que manifiesta la vida interior de las mujeres y sus valores de una manera más cercana a nuestra visión de la realidad, una visión que muchas veces se ignora desde el punto de vista masculino.

En el año 2011, en España, con el fin de promocionar un tipo de cine que apostara por mostrar historias de mujeres y que favorecieran el relato de otro tipo de relaciones entre hombres y mujeres en las pantallas de cine, se creó la categoría de película “*Especialmente recomendada para el fomento de la igualdad de género*”. Desde entonces el Instituto de la Cinematografía y de las Artes audiovisuales (ICAA), del Ministerio de Educación Cultura y Deporte, asigna esta calificación a aquellas películas que promueven la eliminación de prejuicios, imágenes estereotipadas en función del sexo o que reflejen en su lenguaje la representación de la “realidad femenina”. “La fuente de las mujeres” fue la primera película en obtener esta calificación.

Para que se hagan una idea de cómo anda la cosa, del total de las 470 películas que han sido calificadas por el ICAA en lo que va de este año, sólo 14 han tenido esta calificación pensada para promocionar películas que superaran esta falta de representación femenina. Claro que dado el nivel de conocimiento que ha alcanzado esta iniciativa pensada para promover y promocionar otro tipo de cine, igual hay que plantearse cambiarlo un poco y darle una vuelta para que, realmente, se convierta en un elemento de apoyo a la presencia de las mujeres en el cine, en las historias, y también en la profesión.

Aún así seremos optimistas, el año 2015 podemos considerarlo un año especialmente bueno, la mujer que se ha visto beneficiada por las medidas tomadas por el Ministerio de Cultura como ya hemos contado, se favorece a la mujer haciendo una discriminación positiva por el sistema de puntuación que emite el Comité de Ayudas del ICAA a los distintos proyectos que optan a una subvención.

Estás son las directoras y las películas realizadas a lo largo de 2015:

JUANA MACÍAS, ‘Embarazados’

HELENA TABERNA, ‘El contenido del silencio’

PAULA ORTIZ, ‘La Novia’

MARINA SERESESKY, ‘La puerta abierta’

MARÍA RIPOLL, ‘Ahora o nunca’

GRACIA QUEREJETA, ‘Felices 140’

LETICIA DOLERA, ‘Requisitos para ser una persona normal’

MANUELA MORENO, ‘Cómo sobrevivir a una despedida’

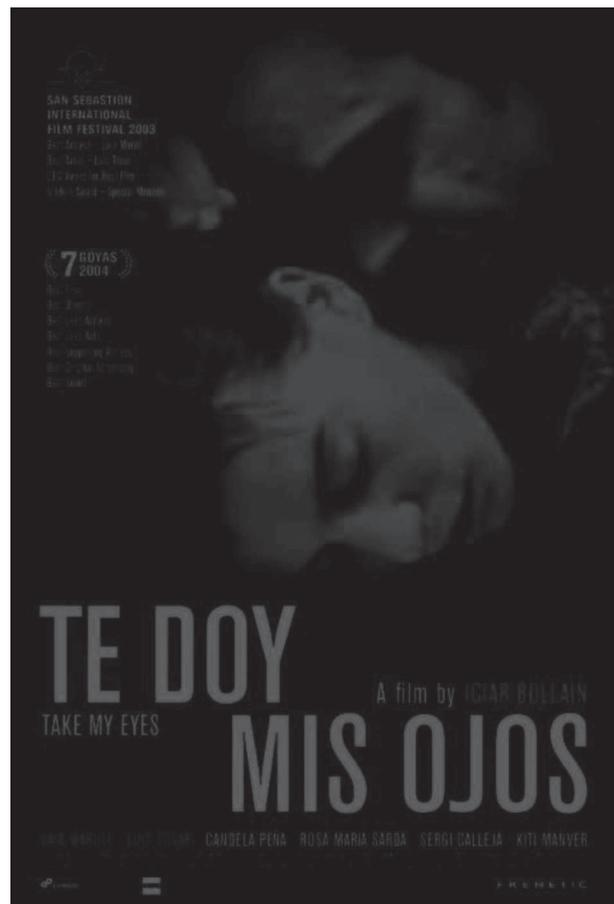
ISABEL COIXET, ‘Nadie quiere la noche’

SONIA SEBASTIÁN, ‘De chica en chica’

El problema es que la mayoría pasan desapercibidas en salas de cine muy centradas en aspectos más comerciales. Puede que esta baja participación explique la poca presencia de mujeres en las historias cinematográficas, aunque puede también que haya quienes piensen que en realidad no hay historias de mujeres en el cine porque no venden. Esto lo explicó muy bien Geena Davis: “Ni el éxito comercial que obtuvieron películas como *Thelma y Luise* o *Ellas dan el Golpe*, consiguieron que se continuara con la tendencia de crear películas con personajes femeninos fuertes e interesantes y esto tiene mucho que ver con la ausencia, por falta de apoyo, de las mujeres en la dirección, los guiones o la producción”.

En el cine español ha habido y hay 131 directoras de cine, pero muy pocas de ellas son conocidas y sus películas permanecen poco tiempo en las salas de cine por lo que su recaudación es menor. El libro publicado por la Fundación AVA “*Directoras de cine español. Ayer, hoy y mañana, mostrando talentos*” hace un reconocimiento imprescindible al trabajo de varias generaciones de mujeres directoras que han estrenado sus películas en salas comerciales, en concreto 75 cineastas, siete de ellas andaluzas. Este es índice de mujeres directoras de cine español que aparece en el libro:

Margarita Alexandre
Emma Cohen
Elena Cortesina
Elena Jordi
Arantxa Lazcano
Ana Mariscal
Pilar Miró
Rosario Pi
Josefina de la Torre
Oliva Acosta ()*
Mercedes Afonso
Roser Aguilar
Arantxa Aguirre
Mercedes Álvarez
Ana Belén
Cristina Andreu
Marta Arribas
Dunia Ayaso
Marta Balletbó–Coll
Cecilia Bartolomé
Iciar Bollain
Irene Cardona
Isabel Coixet
Judith Colell
Ana Rosa Diego
Ana Díez
Daniela Fejerman
Patricia Ferreira
Mireia Gabilondo
Yolanda García Serrano
Isabel Gardela
Ángeles González–Sinde
Chus Gutiérrez
Ione Hernández
Mónica (Agulló) Laguna
Eva Lesmes
María Lidón (Luna)



Película premiada con el Goya a la mejor directora y mejor guión en 2003

Mabel Lozano
Laura Mañá
Josefina Molina
Mercedes Moncada
Julia Montejo
Silvia Munt
Nuria Olivé–Bellés
Inés París
Dolores Payás
Teresa de Pelegrí
Ana Pérez de la Fuente
Dácil Pérez de Guzmán
Silvia Quer
Gracia Querejeta
María Ripoll
Azucena Rodríguez
Manane Rodríguez
Mireia Ros
Maite Ruiz de Austri
Pilar Ruiz Gutiérrez
Antonia San Juan
Ana Simón
Carla Subirana
Pilar Sueiro
Helena Tabernas
Mar Targarona
Pilar Távora
Rosa Vergés
Nuria Villazán
Mar Coll
Belén Macías
Juana Macías
Alexia Muiños
Maitena Muruzábal
Isabel de Ocampo
Paula Ortiz
Ana Rodríguez
Elena Trapé

(*) *Directoras de cine andaluzas*

Existe para la defensa de las mujeres directoras y reclamar por su visibilidad, una Asociación, CIMA, (Asociación de mujeres cineastas y de medios audiovisuales) en la cual se reúnen a más de 200 mujeres profesionales con un objetivo común: fomentar una presencia equitativa de la mujer en el medio audiovisual, con el objetivo de crear una sociedad más igualitaria y diversa. CIMA denuncia que solo el 8% de las películas que se



Isabel Coixet , premio Goya a la mejor película a la mejor directora, al mejor guión, mejor producción en los Goya 2006

producen en nuestro país son dirigidas por una mujer. En guión y producción las películas con participación femenina no alcanzan el 20%; y estos datos se refieren tanto al cine, a la televisión o los documentales. La creación audiovisual en nuestro país está casi absolutamente en manos masculinas. Como dato curioso Andalucía tiene menos de una decena de mujeres cineastas, a pesar de que cada año el 60% de las personas tituladas en las facultades de comunicación audiovisual de Andalucía son mujeres. Estos datos reflejan un problema serio de nuestras sociedades.

Hasta aquí mi intención de contribuir a la visibilidad del talento de estas mujeres que en muchas ocasiones han tenido que superar duras pruebas para sacar sus proyectos adelante.

BIBLIOGRAFÍA

Not Another Fashion Blog: blog de internet sobre mujeres y cine.

Núñez Domínguez, Silva, May y Vera Balanza, Teresa (Coord): *Directoras de Cine Español. Ayer, hoy y mañana, mostrando talentos.* Editado por la fundación EVA

CIMA: <http://www.cimamujerescineastas.es>

A long time ago, in a galaxy far, far away...

La ciencia tras las guerras espaciales

Antonio Quesada Ramos

IES Zaidín Vergeles. Granada

En 1977 una película, *Star Wars* (George Lucas) estaba llamada a revolucionar tanto el cine de ciencia ficción como la industria de los efectos especiales. Quienes entonces éramos jóvenes difícilmente podremos olvidar escenas como aquella, tras los créditos iniciales, en la que la nave Tantive IV era perseguida por un interminable destructor espacial, u otras como los combates entre los cazas rebeldes y los imperiales, la destrucción de la Estrella de la Muerte o en las secuelas, la persecución del Halcón Milenario por el campo de asteroides en *El Imperio Contraataca* (Irvin Kershner, 1980).

Sin embargo, tras ese impresionante espectáculo visual se descubren escenas imposibles desde la perspectiva de nuestra física o hechos que difícilmente explicarían nuestra biología o nuestras teorías evolutivas. Pero por otro lado, y al igual que sucediera con los relatos de Julio Verne escritos hace más de un siglo, algunos de los elementos que plantea comienzan a ser una realidad o pudieran serlo en un futuro más o menos lejano. Vemos, pues, que con el paso del tiempo *Star Wars* así como otras películas de ciencia ficción, ofrecen distintas visiones, entre ellas la científica.

Mucho se ha escrito acerca de esta perspectiva científica del universo de *Star Wars*, de sus aciertos y de sus errores; y ese va a ser el objetivo principal de este artículo, reseñar lo que hasta ahora se ha dicho sobre la ciencia que hay detrás de la saga galáctica. En un número monográfico dedicado a la relación existente entre la ciencia y la guerra, quizá sea deseable referirse también a guerras de ficción, a batallas imposibles desde la perspectiva de ciencia, a guerras que afortunadamente nunca tuvieron lugar, o si lo hicieron fue hace muchísimo tiempo, en una galaxia lejana, muy lejana.

Desafiando a la mecánica newtoniana

Navegando por el vacío interestelar

En toda película de ciencia ficción debe haber naves espaciales. *Star Wars* muestra una gran variedad de las que la mayoría, como es el caso del Halcón Milenario, son capaces incluso de viajar por el hiperespacio a velocidades superiores a la de la luz, aunque de esto hablaremos más adelante. Aunque algunas de ellas se mueven en el seno de las atmósferas planetarias, y en este caso responden a la aerodinámica de nuestros aviones terrestres, la mayoría lo hacen en el vacío absoluto del espacio. Y para hacerlo en este medio, en el que no hay resistencia al desplazamiento, lo hacen de una manera un tanto particular. Aquellas de pequeño tamaño, como las alas X o los cazas TIE, vuelan como si lo hiciesen en el seno de una atmósfera; los grandes destructores estelares, por el contrario, se mueven lentamente, de modo semejante a cómo lo haría un gran navío terrestre del tipo de un

portaaviones. En un medio como el vacío interplanetario, donde no existe un medio que oponga resistencia al desplazamiento, no debieran observarse estas diferencias.

Otro aspecto a valorar es el modo de impulsión de las naves espaciales. Aunque en las películas no se describe la naturaleza de sus motores, hay algo común en todos ellos, y es su posición. Normalmente se encuentran situados en la parte posterior de la nave, en una ubicación que recuerda a la posición de las turbinas de nuestros aviones a reacción. En éstos, gracias al principio de acción y reacción de Newton, la emisión de gases a gran velocidad impulsa la nave en sentido contrario a la emisión de éstos. Pero motores de este tipo, únicamente impulsarían las naves hacia adelante en el vacío interestelar.

En la atmósfera, las aeronaves necesitan de la resistencia del aire para el vuelo y gracias a su capacidad para modificar partes móviles de las alas, como alerones y timones, las naves corrigen o modifican su trayectoria.. Pues bien, en los desplazamientos espaciales, las naves pequeñas hacen referencia a estabilizadores de vuelo y otras estructuras que, dada la ausencia de un fluido en el medio, no podrían modificar la trayectoria imprimida por los motores. Por tanto, la carencia de resistencia que existe en el vacío, impediría que las naves maniobrasen de modo similar a cómo lo hacen en nuestra atmósfera. Los pequeños cazas necesitarían de motores auxiliares situados en otras partes de la nave para modificar su trayectoria, los cuales no se observan en la película. Los grandes destructores estelares igualmente tienen los motores situados posteriormente; aunque en estos casos no muestran timones o alerones para modificar su trayectoria, tampoco se observan otros impulsores, aunque podríamos suponer que pasaran desapercibidos por el gran tamaño de estas naves.

Por otro lado, un avión, o cualquier otro tipo de nave que se desplace por la atmósfera, necesita estar impulsándose continuamente para vencer la resistencia del aire. En un medio vacío, como el espacio, no tendría sentido mantener los motores en continuo funcionamiento. Una vez impulsada la nave, esta se mantendría en movimiento a velocidad constante incluso aunque se apagasen sus motores. En caso de que estos actuasen permanentemente, la nave aceleraría de modo continuo incrementando cada vez más su velocidad; esto únicamente se observa en *Star Wars* cuando se aumenta la potencia de los mismos.

En el espacio existe libertad de movimientos desde cualquier ángulo. Sin embargo, sorprende cómo cuando las naves pequeñas atacan a otras más grandes siempre lo hacen desde arriba y mostrándoles su cara inferior, normalmente desprovista de armas y completamente vulnerable. Es la misma imagen a la que estamos acostumbrados en las películas bélicas ambientadas en la II Guerra Mundial, en la que los pequeños aviones atacan a grandes navíos. Por otro lado, las naves, al igual que estos aviones terrestres, presentan mitades superiores e inferiores claramente diferentes, algo que tampoco tendría demasiado sentido en el espacio donde no suele existir un sistema de referencia definido por el suelo como sucede en nuestro planeta. Obviamente, las naves que vemos en todas estas sagas galácticas no tienen un diseño adecuado para la guerra en el espacio. Probablemente, como sugiere Michael Dexter, sea una concesión a la audiencia, ya que estas formaciones ofrecen un espectáculo estéticamente más eficiente que si tuviesen otro diseño.

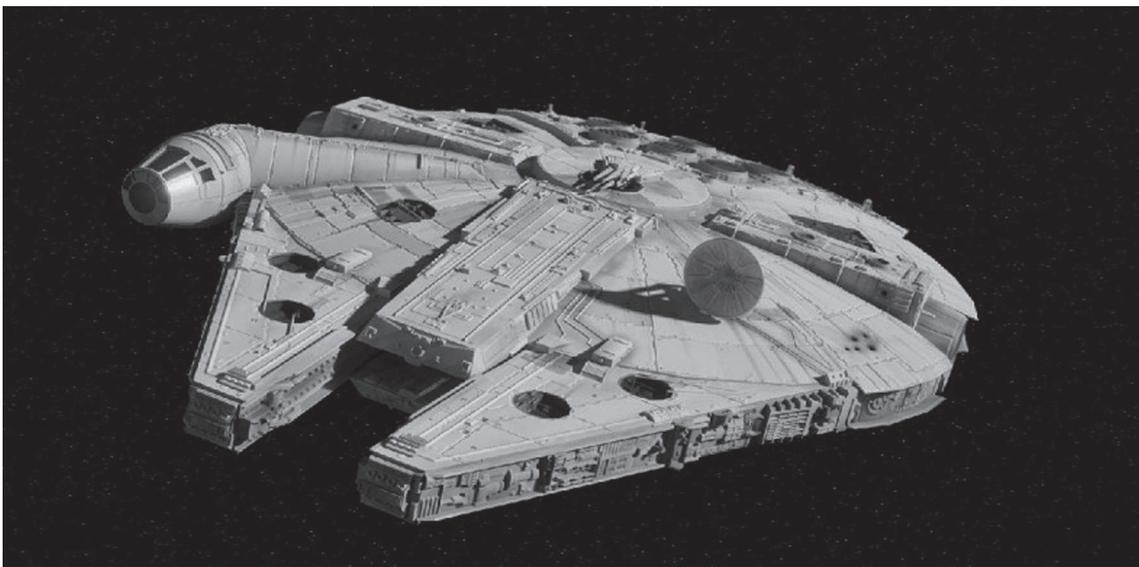
Y otro aspecto relacionado con todo lo anterior es que, a pesar de todos los movimientos a los que hemos hecho referencia, los tripulantes de las naves espaciales no parecen

afectarse por la inercia. Esta es la propiedad que tienen los cuerpos de permanecer en estado de reposo o de movimiento uniforme mientras no se vean afectados por fuerzas externas. En la saga galáctica, lo único que afecta al estado de reposo o de movimiento de los personajes son las explosiones o los impactos de las andanadas láser sobre sus escudos deflectores, pero nunca las aceleraciones necesarias para cambiar la dirección del desplazamiento. Así, por ejemplo, los personajes no se afectan por la inmensa aceleración que proporcionan los impulsores para viajar a la velocidad de la luz ni por los cambios de dirección que Han Solo imprime al Halcón Milenario para esquivar los asteroides en *El Imperio Contraataca*.

Ya por último, en referencia a la mecánica clásica, otro elemento común a todas las naves espaciales de *Star Wars* es la presencia de gravedad artificial. Independientemente de cuál sea su tamaño, todas muestran un campo gravitatorio por el que las personas se mueven de igual manera que si estuviesen sobre la superficie de la Tierra. Una solución para conseguir esta gravedad sería que las naves, o al menos los habitáculos, dispusiesen de un sistema de rotación que proporcionase una fuerza centrífuga; algo similar se puede ver en la película *2001, una odisea del espacio* (Stanley Kubrick, 1968). Se ha teorizado sobre la posibilidad de obtener campos gravitatorios, pero difícilmente se podrían aplicar a las naves espaciales.

Explosiones en el vacío interestelar

No hay batalla espacial cinematográfica que se precie sin las ensordecedoras explosiones de las naves y planetas al ser destruidos o sin el estruendo de las naves espaciales cuando se desplazan por el espacio. El problema es que el sonido necesita un medio por el que desplazarse y en el vacío no hay nada. Es muy conocido el experimento en el que se introduce un timbre en una campana sobre la que se hace poco a poco a poco el vacío a la vez que se comprueba que este instrumento deja de oírse. Sin aire no puede transmitirse el sonido; en este sentido, como decía la publicidad de otro de los grandes hitos de la ciencia ficción, *Alien, el octavo pasajero* (Ridley Scott, 1979): en el espacio nadie puede oír tus gritos.



Por otro lado, para que una nave se incendie y estalle es necesario oxígeno; salvo explosiones nucleares, en el espacio no hay más oxígeno que el que contiene la propia nave. Consecuentemente, una explosión real se vería como un pequeño fogonazo con multitud de fragmentos partiendo de la nave en todas las direcciones del espacio.

Por tanto, por más que sea un recurso estético del cine, la destrucción del planeta Alderaan por parte de la Estrella de la Muerte o incluso la destrucción de esta última por los torpedos de protones lanzados por el ala X de Luke Skywalker debieran de haberse contemplado en una escena silenciosa, o como mucho, animada por la espléndida música de John Williams.

Desafiando a la mecánica cuántica y a la relatividad

Viajes galácticos

La Vía Láctea, nuestra propia galaxia, tiene un diámetro de unos 100,000 años luz. Dicho de otro modo, un fotón que partiese de un extremo de la misma tardaría 100.000 años en llegar al extremo opuesto. Sin embargo, uno de los rasgos más llamativos de las producciones de ciencia ficción es la rapidez con la que se llevan a cabo los desplazamientos entre sistemas estelares, por más lejanos que estén, lo que requeriría inexcusablemente superar la velocidad de la luz. Para historias como las planteadas en estas sagas de ciencia ficción, incluso moverse por el espacio a la velocidad de la luz resultaría insuficiente. Pensemos en las inmediaciones de nuestra galaxia: una nave espacial que se moviese a velocidad luz tardaría algo más de cuatro años en llegar a Próxima Centauri, la estrella más cercana; esa misma nave tardaría 25 años en llegar a Vega, la estrella más brillante del cielo de verano, a la que ya viajaron en la espléndida novela *Contacto* de Carl Sagan, posteriormente también llevada al cine (*Contact*, Robert Zemeckis, 1997).

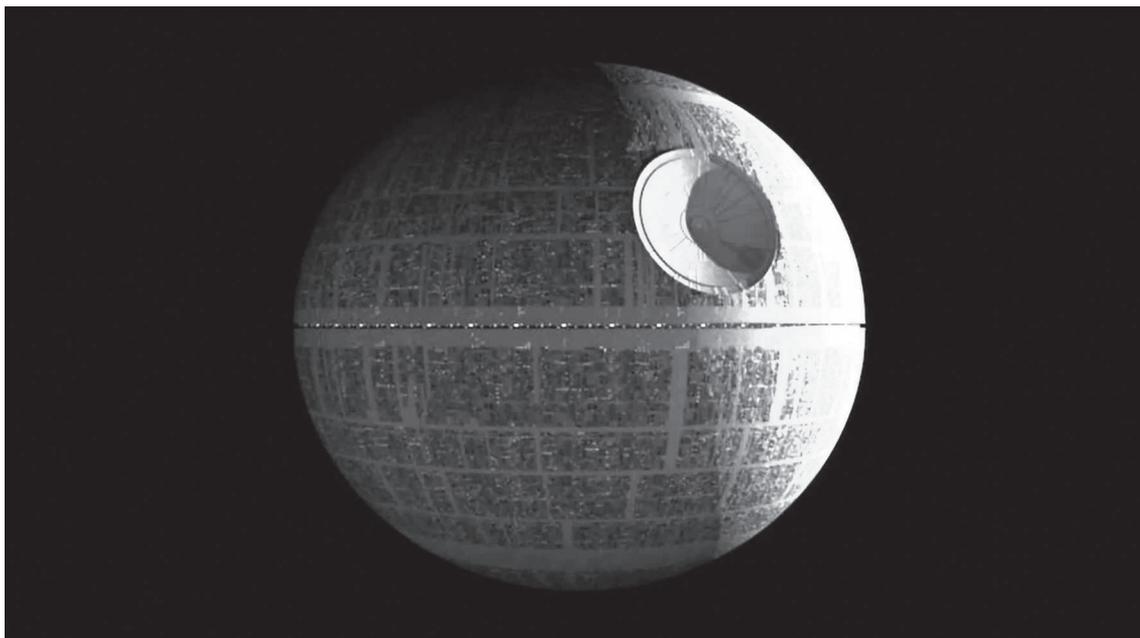
Aunque en *Star Wars* solucionan esto saltando al hiperespacio, Albert Einstein estableció en su teoría especial de la relatividad la imposibilidad de superar la velocidad de la luz. Acelerar un cuerpo a velocidades próximas a la de la luz requiere suministrarles cantidades cada vez mayores de energía, que a la postre no se podrán invertir en alcanzar, ni mucho menos superar la citada velocidad, sino en incrementar la masa del objeto acelerado. Un objeto moviéndose a un 10% de la velocidad de la luz incrementaría su masa en un 0,5%, mientras que a un 90% de la velocidad de la luz su masa se duplicaría. Este es precisamente el fundamento de los aceleradores de partículas, dotar a partículas elementales de una gran velocidad para que cuando choquen la energía liberada se invierta en la creación de otras diferentes. En conclusión, nunca se podría alcanzar la velocidad de la luz pues su masa se haría infinita. La velocidad de la luz es, pues, un límite inalcanzable en nuestro universo.

Sin embargo, una posibilidad de recorrer enormes distancias en muy poco tiempo sin violar la limitación de superar la velocidad de la luz, también explorada en el mundo del cine, proviene de la teoría general de la relatividad. Einstein estableció que masas muy grandes, como son los agujeros negros, causan profundas deformaciones en el espacio tiempo. Dos agujeros negros próximos podrían crear un atajo a través del espacio y del tiempo dando lugar a lo que se conoce como puente de Einstein-Rosen o, coloquialmente, agujero de gusano. Este tendría dos extremos conectados a través de un conducto estrecho

por el que la materia, una nave espacial por ejemplo, podría desplazarse de una parte a otra del espacio sin superar la velocidad de la luz pero recorriendo grandes distancias en menos tiempo de lo que haría la luz si viajase por un espacio plano.

Quizá se podría relacionar el salto al hiperespacio de *Star Wars* con el viaje a través de un agujero de gusano. Pero en el hipotético caso de que esto fuese posible, los viajes transcurrirían por rutas preestablecidas determinadas por la localización de los agujeros negros y, consecuentemente, por la presencia de agujeros de gusano, nunca por la impulsión de motores supralumínicos, con los que nunca se podría superar la velocidad de la luz. Pero a pesar de todos estos supuestos, por ahora, los agujeros de gusano sólo son una construcción puramente teórica de la cual no se ha tenido ninguna evidencia. El hiperespacio, por tanto, no parece ser más que la forma con la que los guionistas resuelven el problema de recorrer grandes distancias en muy poco tiempo a lo largo de la galaxia.

Pero hay más. En el hipotético caso de que los viajes a la velocidad de la luz fuesen posibles, tampoco los tripulantes del Halcón Milenario verían lo que muestra una de las escenas más conocidas de la película, aquella en la que la luz de las estrellas se alarga formando estelas a medida que, gracias a los hiperpropulsores, la astronave acelera para alcanzar la velocidad de la luz. Un grupo de estudiantes de la Universidad de Leicester ha publicado un artículo en la revista *Journal of Physics Special Topics* en el que proponen que a medida que el Halcón Milenario acelerase para alcanzar la velocidad de la luz, y según postula el efecto Doppler, la radiación de las estrellas hacia las que se dirige se desplazaría hacia el azul, hacia longitudes de onda menores (o frecuencias mayores), dejando de ser captada por los ojos de los tripulantes en forma de luz visible para irradiarlos en forma de rayos X altamente energéticos. Por este mismo efecto, la radiación cósmica de fondo de microondas, el eco de la gran explosión que originó nuestro Universo, el Big Bang, se haría visible para los viajeros en forma de un cono de luz en el que la máxima intensidad se observaría en el centro del mismo, decreciendo radialmente hacia sus bordes. Las estrellas parecerían salir del cono a medida que el observador alcanzase velocidades



relativistas, pero la radiación cósmica de fondo de microondas siempre aparecería presente como un disco de luz en la dirección del desplazamiento, una imagen muy distinta a la observada en la escena de la película.

Armamento... ¿láser?

Las sagas espaciales muestran un armamento muy variado, aunque son muy comunes aquellas armas, que como pistolas o fusiles, disparan haces láser. Mención especial hay que hacer a los sables láser de *Star Wars* a los que nos referiremos a continuación. Un láser (siglas de light amplification by stimulated emission of radiation, amplificación de luz por emisión estimulada de radiación) es un dispositivo que utiliza un efecto de la mecánica cuántica para generar un haz de luz coherente, con el tamaño, la forma y la cantidad de energía controlados. Si bien en la actualidad los láseres ya se pueden utilizar como armamento y tienen potencia suficiente como para destruir misiles (recordemos el proyecto norteamericano de defensa estratégica conocido como de la Guerra de la Galaxias, y no precisamente la película), estos no funcionan como lo hacen los que aparecen en la saga galáctica.

En estas películas, las armas láser disparan ráfagas de energía en forma de rayos luminosos cuya trayectoria somos capaces de percibir en forma de haces coloreados discontinuos que, además emiten un sonido característico. Si verdaderamente fuesen láseres no podríamos ver los disparos pues la radiación láser se desplaza a la velocidad de la luz; tampoco podríamos ver su color, puesto que para ello sería necesario la presencia de partículas en suspensión en el medio por el cual viajan. Por último, muchas de las armas que emiten este tipo de disparos, sobre todo las ubicadas sobre los destructores estelares o sobre la estrella de la muerte, muestran retroceso al disparar, del mismo modo que lo hacen los cañones que disparan proyectiles convencionales. En conclusión, o lo que disparan las armas no son láseres, o si lo son, no están bien representados.

La luz de las espadas de los caballeros Jedi

Mención especial, como decimos, debemos hacer a los sables láser. A modo de espadas rituales, como las de los antiguos caballeros o samurais, estas son las armas más elegantes del universo de *Star Wars*. Se trata de armas de las que de una empuñadura parte un haz de luz que toma cuerpo, dotado de una gran cantidad de energía capaz incluso de perforar gruesas planchas de metal o de desviar otro tipo de radiaciones o proyectiles. No existe en la actualidad nada que se pueda asemejar a este tipo de arma.

Algunas de las observaciones hechas con anterioridad en referencia a las armas láser también se pueden aplicar aquí. Si realmente fuesen haces láser, no podrían tener color, salvo que en el medio hubiese partículas en suspensión, ni por supuesto, al tratarse de radiación, podrían repelerse cuando se cruzasen, sino que ambos pasarían uno a través del otro sin ningún tipo de problemas; ni mucho menos rechazar otro tipo de disparos, tanto láser como de proyectiles convencionales.

Pero el principal problema para el funcionamiento de estas armas es que, una vez emitido un haz de luz láser, no se puede conseguir que se detenga a una distancia de un metro para conformar una hoja luminosa. El único mecanismo conocido que podría hacer que la luz no se escapase del cuerpo que la emite es que este tuviese una gravedad inusitada,

o lo que es lo mismo, que contuviese una acumulación ingente de masa en su interior, algo así como un miniagujero negro. Esto es algo totalmente imposible, pero más aún, incluso aunque fuese posible, la luz no podría escapar ni un solo centímetro del emisor y no podría formar la hoja; y por supuesto, nadie podría soportar la inmensa cantidad de masa necesario para ello.

Sin embargo, se han propuesto alternativas para hacer a estas armas, al menos, teóricamente posibles. Cavellos sugiere que podrían ser armas de plasma. El plasma es un gas ionizado que se puede obtener gracias a campos magnéticos y eléctricos; los rayos de las tormentas o los gases que hay en el interior de los tubos fluorescentes cuando están encendidos son ejemplos de este, el llamado cuarto estado de la materia. La autora sugiere que, gracias a estos campos, un plasma se podría confinar dándole formas determinadas, entre ellas la del cilindro característico de la forma de la hoja de la espada de los jedi. Un arma construida de este modo podría incluso repeler a otras, tal y como se muestra en las películas, e incluso podrían cortar. A pesar de todo ello, hay problemas que difícilmente se resolverían, como el tamaño que debería de tener uno de estos instrumentos, aunque es bien cierto que cada vez avanzamos más en el proceso de miniaturización; hace años difícilmente podríamos pensar que por un par de euros podríamos adquirir un emisor láser de un tamaño inferior al de un bolígrafo.

La estrella de la muerte

El arma más destructiva que aparece en todo el universo *Star Wars* es, indudablemente, la Estrella de la Muerte, una estación de batalla del tamaño de una pequeña luna con poder suficiente como para aniquilar planetas enteros. Es gracias a su superláser, con el que con un sólo disparo acaba con Alderaan, el planeta natal de la princesa Leia en la primera de las películas de la saga. Y aunque a este láser se le pueden poner los mismos inconvenientes que tenían las armas menores anteriormente comentadas, la cuestión que ahora nos podemos plantear es si un arma semejante podría ser capaz de destruir a un planeta como la Tierra.

Boulderstone y colaboradores han calculado que, bajo determinados supuestos, la energía necesaria para destruir un planeta semejante a la Tierra sería de $2,25 \cdot 10^{32}$ julios. En el caso de Júpiter se necesitaría una energía de $2 \cdot 10^{36}$ julios. Según *Star Wars*, la estrella de la muerte es alimentada por un reactor de hipermateria capaz de producir la energía que liberan muchas de las estrellas de la secuencia principal, una de ellas, el Sol. Si la potencia del Sol es de $3 \cdot 10^{26}$ julios por segundo, y esta fuese la energía que desarrollase el reactor de la estrella de la muerte, este tendría poder suficiente como para alimentar dicho superláser.

Micho Kaku, en su libro *Física de la Imposible*, valora otras armas posibles capaces de destruir planetas enteros al modo de la Estrella de la Muerte. Una de ellas sería una bomba de hidrógeno, para la que, según expone, no hay límite en la cantidad de energía que puede liberar. Según expone, un artefacto de estas características se construye en varias etapas; la primera de ella es una bomba de fusión estándar, que a partir de uranio 235 libera una ráfaga de rayos X que a su vez hace que se colapse el material de la bomba de fusión, deuterio de litio, y se caliente hasta temperaturas de millones de grados. Esto provocaría una explosión mucho mayor que la primera y los rayos X que se emiten se

podrían reconducir hacia una segunda porción de deuterio de litio que provocaría una tercera explosión y así sucesivamente hasta alcanzar el poder necesario para incinerar el planeta.

Otra posibilidad para civilizaciones muy avanzadas sería crear una Estrella de la Muerte que utilizase la energía de un estallido de rayos gamma. Una estación de combate semejante liberaría una ráfaga de radiación sólo superada por el Big Bang. Estas emisiones de rayos gamma ocurren de forma natural en el espacio y se cree que proceden de agujeros negros, desde donde partirían dos haces, uno desde su polo norte y otro desde el sur. Se ha propuesto que la radiación procedente de un estallido de rayos gamma distante que de vez en cuando captamos es, posiblemente, uno de esos haces que encuentra a la Tierra en su camino. Si uno de éstos se originase en las proximidades de nuestro planeta, digamos a unos pocos centenares de años luz, su potencia sería suficiente para destruir la vida de nuestro planeta. Este estallido no haría explotar la Tierra a la manera de Alderaan en la Guerra de las Galaxias, pero dejaría un planeta estéril. Para que una civilización avanzada pudiera hacer uso de este poder tendría que ser capaz de reorientar los haces que emiten los agujeros negros, algo que entra dentro de lo que Kaku llama imposibilidades de clase II, aquellas que no violan las leyes de la física pero que difícilmente se podría conseguir.

Desafiando a la biología... terrestre

Humanoides por doquier

Otro de los aspectos que más llama la atención de películas como *Star Wars* es la gran variedad de formas alienígenas originarias de los distintos planetas de esa galaxia lejana. Y todas ellas, al menos las dotadas de inteligencia, de aspecto humanoide, algo que a la luz de las teorías evolutivas resultaría extremadamente improbable. Para comprender lo poco frecuente de formas vivas parecidas a nosotros consideremos los distintos seres vivos que han habitado en nuestro planeta e imaginemos que tuviésemos en una gran caja una imagen o una fotografía de cada una de los quinientos millones de especies que se ha estimado que existen o han existido a lo largo de la vida de nuestro planeta. ¿Cuál sería la probabilidad de que, cogiendo una foto al azar, esta resultara ser la de un humano, un homínido o incluso la de un primate? La respuesta es fácil: extremadamente baja. Y si de este juego excluimos a las especies que han vivido durante los últimos 50 millones de años, la probabilidad sería cero.

La evolución biológica es impredecible, determinada por un importante componente de azar y determinada por la selección natural. ¿Sería la vida en la Tierra tal y cómo hay la conocemos si no se hubiesen producido los diferentes episodios registrados de extinciones masivas? Y si sembrásemos un hipotético planeta en todo semejante a la Tierra con las primeras formas de vida que en ella aparecieron ¿aparecerían seres humanos a los 3.800 millones de años de evolución? Obviamente, no. Y si esto es así en nuestro planeta ¿cómo sería en distintos planetas, separados a distancias de años luz, cada uno de los cuales hubiera vivido condiciones completamente diferentes? Indudablemente las formas de vida serían completamente diferentes, y distintas de ese patrón humanoide.

Una posibilidad es que en esa hipotética galaxia, todos los grupos biológicos humanoides proviniesen de un planeta original que hubiese sufrido una diáspora y cuyos habitantes hubiesen colonizado planetas diferentes. En ellos la evolución biológica, al igual que surgió con los pinzones de Darwin, hubiese podido dar lugar a distintos tipos de variantes. Pero en cualquier caso, salvo que todos ellos proviniesen de la Tierra, la probabilidad de que tuviesen este aspecto tan próximo a los seres humanos sería despreciable.

Formas de vida extraterrestre... genéticamente idénticas

El argumento principal sobre el que gira *El Ataque de los Clones* (George Lucas, 2002) es la creación de un ejército de innumerables soldados clónicos, genéticamente idénticos, todos ellos originados a partir del material genético de un único individuo. Lejos de lo que pueda parecer, este sería uno de los elementos que aparece en la saga con más posibilidades de hacerse cierto a corto plazo.

En la actualidad, la clonación de animales con finalidad reproductora es un hecho posible; la oveja Dolly fue el primer ejemplo de ello. Esta tecnología podría ser aplicable a los seres humanos, bien para un uso terapéutico o incluso para un uso reproductivo, aunque esto último es algo que, por ahora, está prohibido por la ley.

Lo que sí se está más lejos de conseguir es la forma en la cual se desarrollan los clones en la película. Hasta ahora, los organismos animales obtenidos mediante clonación requieren úteros prestados, es decir, necesitan que los óvulos a los cuáles se les ha transferido material genético extraño se desarrollen dentro del útero de una hembra. En esta película, los embriones se desarrollan en tanques, independientemente de úteros maternos y lo hacen en un tiempo mucho menor que los nueve meses que dura el desarrollo embrionario humano. Por lo que se deduce de la película, su desarrollo tiene lugar de una manera acelerada, sin embargo no hay indicios de que una vez llegados a la vida adulta este ritmo rápido continúe. En el caso de la oveja Dolly, cuyo material genético provenía de células de una oveja adulta, se produjo un envejecimiento prematuro, probablemente como consecuencia de que las células donadas procedían de una oveja que ya tenía unos seis años.

La ciencia terrestre va avanzando en este sentido, y recientemente se han creado órganos en el laboratorio. Ejemplos de ello han sido la creación de estructuras similares a riñones embrionarios, primordios de cerebros o de hígados. Incluso se ha llegado a crear una oreja artificial. Esto nos induce a pensar que dentro de relativamente poco tiempo existirá la tecnología necesaria para crear órganos, y ¿por qué no? también individuos.

Sin embargo, sorprende que toda esta ingeniería genética y tisular que muestra *Star Wars* no pudiera emplearse para regenerar los tejidos dañados de Anakin Skywalker tras el enfrentamiento final con su maestro, Obi Wan Kenobi, en el planeta volcánico Mustafar. En lugar de ello se recurre al implante de órganos biónicos para crear al principal villano de la saga, Darth Vader. Una posible respuesta a esta incoherencia radique en que en el momento en el que se ruedan los episodios IV, V y VI, comenzaba a verse como posible la creación de órganos mecánicos para sustituir a otros dañados; de hecho cada vez se están consiguiendo más logros en este sentido, como por ejemplo, implantes de retinas artificiales. Cuando se ruedan los episodios I, II y III, años después, ya avanzaban la ingeniería genética y tisular hacia los grandes logros que hoy nos muestran.

Otros mundos, nuevas realidades

En *Star Wars*, la acción transcurre en una galaxia lejana, muy lejana, en la que hay una inmensa cantidad de estrellas con incontables planetas a su alrededor. Similar, es en este sentido el argumento de muchas otras películas de ciencia ficción. Cuando se rodaron muchas de ellas aún se desconocía la existencia de planetas girando alrededor de estrellas de nuestra propia galaxia. Sin embargo, en 1992 se confirmó por primera vez la presencia de cuerpos girando alrededor de un púlsar y en 1995 se descubrió 51 Pegasi b, el primer exoplaneta que orbitaba a una estrella de características similares a nuestro Sol. Desde entonces y hasta hoy, se han descubierto más de mil sistemas planetarios con algo menos del doble de exoplanetas.

La mayoría de los detectados son gigantes gaseosos, de un tamaño igual o mayor que Júpiter, con órbitas muy próximas a su estrella y periodos orbitales muy cortos. Se cree que esto es debido a son más fáciles de detectar que otros de menor tamaño. Pero a medida que mejoran las técnicas de detección empiezan a descubrirse planetas semejantes a la Tierra; en la actualidad se conocen ya al menos 60 cuerpos con un tamaño inferior al doble del de nuestro planeta, como los denominados Kepler-62f y Kepler-62e, descubiertos por el observatorio espacial con este nombre. Hace unos días se ha dado a conocer un exoplaneta con un radio tan solo 1,1 veces mayor que la Tierra girando alrededor de una estrella roja. Aunque los resultados no han sido aún confirmados, posiblemente tendría una temperatura que permitiría la existencia de agua líquida en su superficie. En la actualidad, se ha estimado que el número medio de planetas que orbitaría a cualquier estrella de la Vía Láctea oscilaría entre 0,71 y 2,32.

Pero la investigación sobre exoplanetas también ha confirmado aspectos que ya mostraban estas cintas de ciencia ficción. Una de las escenas más bellas de *Star Wars* es aquella en la que se veía a su protagonista, Luke Skywalker contemplando un atardecer en el que se ponían los dos soles gemelos de Tatooine. Aunque en un principio se pensó que sería bastante improbable que se formasen planetas alrededor de sistemas binarios, la existencia de éstos se ha confirmado. Se ha postulado la presencia de dos tipos de sistemas dobles, unos en los que las estrellas estarían separadas varias unidades astronómicas y otros en los que estarían muy próximas y los planetas orbitarían en torno a su centro común de gravedad. Este sería el caso de Tatooine. En la actualidad se ha comprobado que, del total de exoplanetas conocidos, aproximadamente un 20% de ellos orbitan sistemas estelares dobles. Kepler-16b sería el primero descubierto orbitando uno de estos sistemas dobles; otros posteriores son Kepler-34b y Kepler-35b.

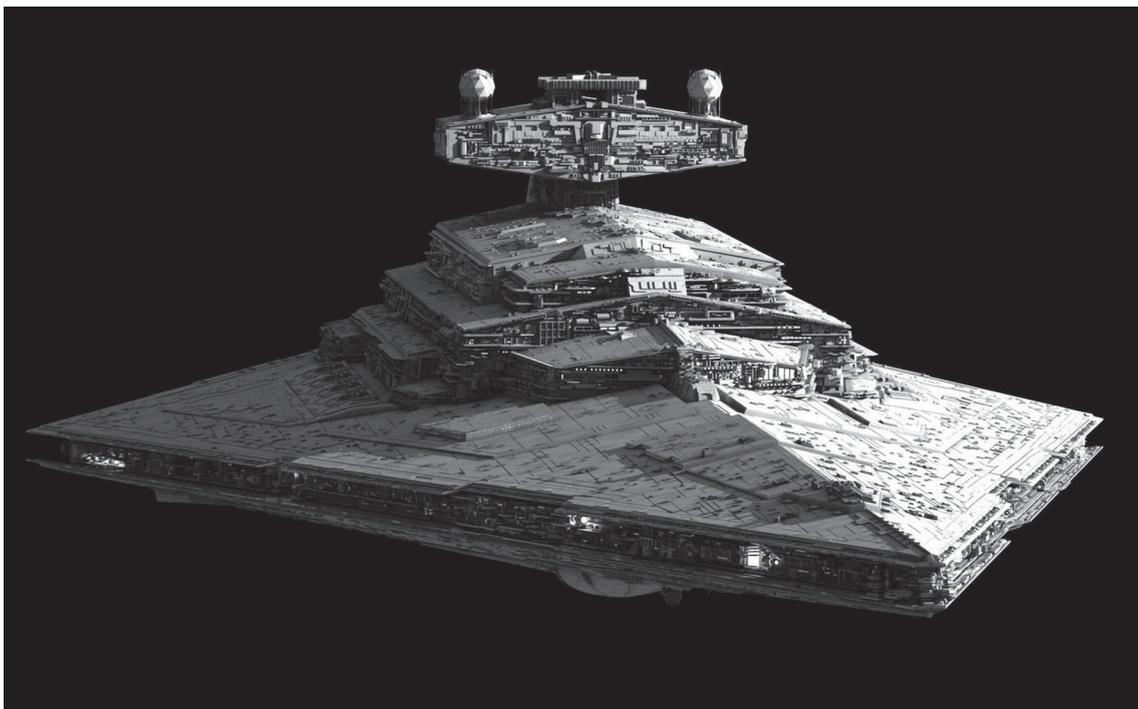
Lo que sí que es poco probable es que las atmósferas planetarias sean respirables como en el caso de los numerosos planetas que aparecen en el universo *Star Wars*. Tomando como ejemplo a nuestro propio planeta, la composición de la atmósfera inicial, proveniente de los gases contenidos en los planetesimales que lo originaron, se fue modificando progresivamente. El cambio más drástico, y el que hizo a la Tierra respirable para los organismos aerobios, fue la aparición de la fotosíntesis y el cambio de una atmósfera reductora a otra oxidante. Atmósferas similares requerirían evoluciones planetarias parecidas y aún así el destino de cada una de ellas podría ser diferente. Este ha sido el caso de nuestro propio planeta y sus dos vecinos más próximos en la ecosfera del Sol, Venus y Marte. Los

tres han evolucionado hacia atmósferas completamente diferentes; siendo únicamente respirable para los humanos la actualmente presenta nuestro planeta.

To be continued... (Continuará...)

La saga espacial de La Guerra de las Galaxias es uno de los grandes hitos de la historia del cine. Se trata de una serie de películas en las que predomina el espectáculo sobre el rigor científico de sus contenidos, bien por criterios puramente estéticos o bien por esa tendencia de los seres humanos a extrapolar la visión de nuestro mundo a otros entornos, como el espacio interestelar. Sin embargo, nada de ello resta un ápice de su calidad artística.

En las páginas anteriores se ha hecho referencia a algunas de las incongruencias que presentan estas películas con la ciencia actual, aquellas a las que Kaku llama imposibilidades de tipo III, las que nunca se podrán dar por atentar contra las leyes de la física. Pero también se han visto otros aspectos que ya hoy son una realidad, como la clonación o la existencia de exoplanetas, o aspectos que podrían serlo en un futuro no muy lejano, o que al menos no violan las leyes científicas. Éstas son sólo una muestra de todas las secuencias de *Star Wars* que se pueden analizar desde una perspectiva científica. Y a ello animamos a los lectores, a descubrir ese contenido tanto en las seis películas clásicas como en las nuevas entregas que pronto vendrán. Ver buenas películas de ciencia ficción, además de hacernos pasar un buen rato, también puede ser una forma divertida e interesante de aprender buena ciencia.



Referencias

Bibliografía

- Argyle, J., Connors, R., Dexter, K. y Scoular, C. (2012). Relativistic Optics. Journal of Special Topics. (<https://physics.le.ac.uk/journals/index.php/pst/article/view/549/360>).
- Boulderstone, D., Meredith, C. & Clapton, S. (2011). That's no Moon. Journal of Special Topics. (<https://physics.le.ac.uk/journals/index.php/pst/article/view/328/195>).
- Cavelos, Jeanne (2000). The Science of Star Wars. New York: St. Martin's Griffin.
- Dexter, M.A.: Science and the original Star Wars trilogy. (<http://www.apeculture.com/movies/swscience.htm>)
- Kaku, Michio (2012). Física de lo imposible ¿Podremos ser invisibles, viajar en el tiempo y teletransportarnos?. Editorial Debolsillo. Barcelona.

Internet

- <http://www.abc.es/20120119/ciencia/abci-podria-estrella-muerte-destruir-201201191325.html>
- <http://www.abc.es/ciencia/20140203/abci-forman-planetas-soles-como-201402031102.html>
- <http://www.elpais.com.uy/vida-actual/hallan-exoplaneta-similar-tierra-que.html>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Planeta_extrasolar
- <http://www.agenciasinc.es/Noticias/Una-lentilla-para-ver-como-Terminator>
- <http://www.ciber-bbn.es/es/c-noticias/643-creados-por-primera-vez-mini-rinones-a-partir-de-celulas-madre-humanas>
- <http://www.elmundo.es/elmundo/2011/09/15/ciencia/1316088772.html>
- <http://www.agenciasinc.es/Entrevistas/La-traduccion-de-Star-Wars-como-Guerra-de-las-Galaxias-fue-un-patinazo-historico>
- http://www.tendencias21.net/La-fisica-desmitifica-La-Guerra-de-las-Galaxias_a14767.html
- <http://www.abc.es/ciencia/20140203/abci-forman-planetas-soles-como-201402031102.html>
- <http://www.abc.es/ciencia/20130114/abci-como-verdad-hiperespacio-star-201301141647.html>
- <http://www.abc.es/20110321/ciencia/abci-cuantas-especies-tierra-201103210845.html>

Documental: La maleta mexicana

Antonio Heredia Rufián

Profesor jubilado de Geografía e Historia del IES Antonio de Mendoza

En el XX Aniversario del IES Antonio de Mendoza. A todos los que han hecho posible que, año tras año, Pasaje a la Ciencia vea la luz y muy especialmente a Antonio Quesada Ramos, su fundador y coordinador durante muchos años.

1. INTRODUCCIÓN

En un tiempo en que tanto se habla y se escribe sobre refugiados, especialmente sobre los refugiados sirios en Europa, recuerdo que también hace ya más de siete décadas, tras la Guerra Civil española, hubo muchos refugiados españoles que marcharon a Francia y México principalmente, pero también a Argentina, Chile, Cuba y algunos países más.

Aprovechando la actualidad de este tema, así como que este año *Pasaje a la Ciencia* dedica especial atención al *cine*, me he animado a comentar para los lectores de esta revista el documental *La maleta mexicana* que, entre otros asuntos, trata sobre el viaje de muchos refugiados españoles a México al finalizar la Guerra Civil. Este país fue uno de los pocos aliados que tuvo la República española, que contó con su ayuda, principalmente suministros de guerra y alimentos, durante y después de la guerra. Tardó mucho tiempo, junto con la URSS, en reconocer al régimen franquista.

2. CONTENIDO

Alude en gran parte a la recuperación de la memoria histórica de los españoles, los que marcharon a México tras la Guerra Civil española y los que permanecieron aquí, sobre todo los descendientes de aquellos que murieron en circunstancias trágicas defendiendo las ideas republicanas. Parte de esa memoria está contenida en tres cajas con más de cuatro mil quinientos negativos, conocidas como *la maleta mexicana*, nombre que da título al documental. Se trata de los negativos correspondientes a unas fotografías, muchas desconocidas, que fueron tomadas durante la Guerra Civil por tres fotógrafos: Robert Capa (el más popular), David Seymour (más conocido como Chim) y Gerda Taro, amiga de Robert. Los tres vinieron a España convencidos de que con sus reportajes para la prensa internacional apoyaban al bando republicano en su lucha contra los sublevados que eran de ideas fascistas. Sus imágenes sobre los bombardeos, los frentes, las batallas, los heridos, los muertos, los exiliados, la destrucción... reflejan todo lo ocurrido durante este conflicto bélico que dividió a los españoles, motivo por el que son considerados como los primeros reporteros de guerra. Todos ellos murieron, antes o después, en los frentes en los que trabajaban.¹

¹ Gerda Taro (alemana) murió en un accidente en la batalla de Brunete en julio de 1937. Robert Capa (húngaro) murió en 1954 en Indochina al pisar una mina y David Seymour (polaco) fue asesinado en Suez en 1956.

Como en otros documentales, se alternan las imágenes con las opiniones de las personas. En unos casos, se trata de los testimonios de los exiliados españoles en México; en otros, de hijos o nietos de los anteriores; y en otros, de expertos, en su mayoría fotógrafos, que opinan sobre el valor de estos negativos y sobre los profesionales que los realizaron. Las imágenes correspondientes a los negativos se alternan con las de los exiliados en su viaje a México, su llegada a Veracruz y su posterior permanencia en dicho país. Palabras e imágenes están acompañadas por una música que le da un toque de añoranza, solemne y afligido al mismo tiempo. Su banda sonora fue nominada a los premios ARIEL en 2011.

Aunque el contenido no está bien estructurado, ya que hay muchos saltos, se distinguen varias partes. Hay una muy importante dedicada a los propios negativos, a su búsqueda y encuentro, a su localización actual y a los fotógrafos que los realizaron (Capa, Taro y Chim), los tres de origen judío. Papel destacado ocupa también Cziqui Weisz, que era quien revelaba las fotos de Capa. Hay quien le atribuye la detallada elaboración de las cajas y la preparación y ordenación cronológica del material fotográfico que contenían.

A través de diversos testimonios orales se recoge el itinerario por el que pasaron dichas cajas. En octubre de 1939, Capa abandonó París ante la inminente llegada de los nazis y entregó los negativos a Cziqui, su laboratorista, el verdadero artífice de que se salvaran. Éste pensó que el lugar más seguro sería México, se los llevó a Burdeos y allí los entregó al embajador mexicano en Francia, el general Francisco Aguilar González, quien se los llevó a México y los dejó olvidados en su casa. Muchos años después sus herederos entregaron la bolsa de plástico (no se trataba de una maleta) con las tres cajas de negativos a Benjamín Tarver, mexicano aficionado a la fotografía y director de cine, quien las dejó, a su vez, en su casa. En 1995 con motivo de la visita a una exposición se dio cuenta del valor del material que él tenía. Fue entonces cuando se iniciaron los contactos con Cornell Capa, hermano de Robert Capa, que llevaba años buscando sus trabajos, y con el International Center of Photography (ICP) de Nueva York, contactos que no fructificaron. Hubo que esperar hasta 2007, año en que mediaron la directora de cine Trisha Ziff, que fue la que finalmente dirigió el documental que estamos analizando, y el escritor mexicano Juan Villoro que también interviene en él. En esta ocasión el resultado sí fue positivo. Benjamín Tarver cedió los negativos al ICP de Nueva York, centro encargado de su estudio hasta ahora. Esta ubicación de los negativos ha suscitado una polémica que también queda recogida en el documental. El fotógrafo Pedro Mayer opina que se tenían que haber quedado en México y que este país debe tener al menos una copia de todo el material. Algún testimonio recoge la importancia que el olvido tiene en la salvación de estas cajas.

Otro hecho que trata, de especial importancia, es el exilio de numerosos republicanos españoles, casi todos con una buena preparación intelectual y profesional. Tras su paso por Francia, donde pasaron grandes calamidades, la mayoría marchó a México. Se la considera la primera migración masiva política de las primeras décadas del siglo XX. El viaje y la llegada a Veracruz ocupan un lugar importante en el documental que destaca como los exiliados españoles volvieron a nacer y se encontraron allí con cosas que habían perdido: la abundancia, la libertad, el reencuentro familiar, la alegría de vivir... México juega un papel muy importante ya que acabó acogiendo no sólo a los exiliados españoles, sino también las cajas con los negativos, la llamada *maleta mexicana*. Los testimonios por parte de algunos exiliados, que se plantean a qué país pertenecen, y de sus familiares

están cargados de emoción. Algunos van más allá, nos invitan a la reflexión y nos ayudan a comprender la importancia que tiene la memoria para las personas y para las naciones: *si olvidas tus fracasos volverás a fracasar o no se puede forjar un futuro sin memoria*.

El tercer tema a destacar es el que trata sobre la recuperación de la memoria histórica en España tras entrar en vigor el 27 de diciembre de 2007 la Ley de la Memoria Histórica, por la que se reconocen y amplían derechos y se establecen medidas a favor de quienes padecieron persecución o violencia durante la Guerra Civil y la Dictadura². Un ejemplo lo vemos en la búsqueda que realiza una nieta de los restos de su abuelo en una fosa común en tierras leonesas.

Aporta el documental algunas cifras sobre la Guerra Civil española: tres años de guerra, treinta y seis de represión, quinientas mil muertes y doscientos mil exiliados. Finaliza con un recuerdo y con un *in memoriam*:

Recuerdo a los fotógrafos y periodistas extranjeros que formaron parte de las Brigadas internacionales y que vinieron a España para defender la democracia. Muchos murieron aquí.

A la memoria de Terence Flanagan, dublinés de la brigada Connolly y a Meter Frye, neoyorquino de la Brigada Lincoln y a todos los que lucharon en las Brigadas internacionales.

3. LA MALETA MEXICANA: FUENTE DE INVESTIGACIÓN HISTÓRICA

El documental que analizamos se puede considerar fuente de investigación histórica por varios motivos. Porque los negativos de *La maleta mexicana* facilitan información gráfica veraz, de primera mano, sobre el desarrollo de la Guerra Civil española. Muchos de estos negativos tienen un gran valor porque en muchos de ellos el objetivo del fotógrafo estaba muy cerca de la acción y de las personas, tanto de los soldados como de la población civil. Otros negativos recogen el camino recorrido por muchos exiliados que abandonaron España por miedo a la represalia franquista y que desde Francia marcharon a otros países, en este caso a México. Todos ellos, perfectamente ordenados y catalogados por Cziqi, laboratorista de Capa, proporcionan mucha información sobre la metodología de trabajo de Capa, Chim y Taro, por lo que tienen un gran valor para estudiar los orígenes del periodismo gráfico y algunos de sus principios como los de la proximidad y la acción.

Fuente de investigación histórica, porque los testimonios orales de muchos exiliados tienen gran valor a pesar de que algunos puedan contener errores,



² Ley 52/2007 de la Memoria Histórica, de 26 de diciembre de 2007. *B. O. E.*, 27 de diciembre de 2007, nº 310.

propios de los muchos años pasados. Son un complemento perfecto a las imágenes de los negativos ya que ambos ponen cara y voz a muchos acontecimientos y emociones: propaganda, ideología, guerra, muerte, destrucción, sufrimiento, rabia, indefensión, vida cotidiana, fatigas, exilio, solidaridad, reencuentro, esperanza, desengaño...

Porque une el pasado con el presente y trata sobre la forma en que España afronta su pasado más de setenta años después del fin de la Guerra Civil y treinta desde que finalizara la transición. Por eso comienza con el testimonio de una nieta que busca con mucha esperanza los restos de su abuelo en una fosa común en la provincia de León y acaba también con ella, pero en esta ocasión la esperanza se ha vuelto desesperanza al no encontrar lo que con tantas ganas buscaba. Esperanza y desesperanza que pueden servir de motivación al investigador para seguir trabajando en la recuperación de la memoria histórica en nuestro país.

El documental, si no fuera por el desorden en la presentación, sería idóneo para su uso en la docencia y desde luego es básico para acercarse a la problemática que rodeó durante mucho tiempo a los exiliados e incluso a sus descendientes. Algunas de las lagunas que presenta se salvan acudiendo al libro del mismo nombre que editó Cyntya Young un año después.³ Éste contiene mucha más información sobre los fotógrafos y sobre los negativos: camino recorrido, búsqueda, encuentro, catalogación, temática, cronología, localización geográfica, valor...; pero esta ventaja no oscurece en ningún momento el valor histórico y emocional de los testimonios de los exiliados que aparecen en el documental. Los dos se complementan, aunque quizás el libro esté destinado a un público más profesional cercano al mundo de la fotografía.

Los dos volúmenes contienen artículos de gran interés, sobre todo desde el punto de vista artístico. Destacamos algunos. El prólogo de Willis E. Harstorn, director del ICP de Nueva York. El de Brian Wallis, que nos acerca al significado que el reportaje fotográfico tenía para Capa, Chim y Taro. Las imágenes debían contar una historia humana, las fotografías y el fotógrafo debían participar de esa historia y el fotógrafo debía mostrarse comprometido, juzgar las opiniones de los distintos bandos y tomar partido por uno de ellos. Como si se tratara del guión de una película, querían hacer un relato de los acontecimientos sucedidos en la Guerra Civil española con repercusiones emocionales.⁴ Y en verdad que lo consiguieron, como se puede apreciar en las numerosas fotografías que aparecen en el primer volumen, algunas de ellas a doble página, que desatan emociones equivalentes a las de los testimonios orales en el documental. El de Paul Preston, sobre la participación de fotógrafos, periodistas y escritores (Ernest Hemingway, André Malraux, Antoine de Saint-Exupéry...) que vinieron a España a luchar contra el fascismo y que formaron parte de las Brigadas Internacionales.⁵ El de Cyntia Young, con una descripción detallada de las cajas que completa el conocimiento del continente que alberga los negativos.⁶ Dos cajas, una verde y otra roja, con rollos de película y otra de color marrón con varios sobres

³ VV. AA.: *La maleta mexicana: las fotografías redescubiertas de la Guerra Civil Española*, de Robert Capa, Chim y Gerda Taro, Madrid, La Fábrica, 2012. (Consta de dos volúmenes).

⁴ WALIS, B.: "La recuperación de la maleta mexicana" en VV. AA.: *La maleta...*, *op. cit.*, vol. I, pp. 13-20.

⁵ PRESTON, P.: "Censura y compromiso" en VV. AA.: *La maleta...* *op. cit.*, vol. I, pp. 21-36.

⁶ YOUNG, C.: "El proceso de identificación de 4.500 negativos". en VV. AA.: *La maleta...* *op. cit.*, vol. I, pp. 95-116.

de fragmentos de negativos con referencia al autor, lugar, fecha y numeración. En el interior de la tapadera de las dos primeras cajas aparece dibujada una cuadrícula. En el interior de cada recuadro aparece, escrito en francés, el tema, lugar o persona relacionada con el rollo fotográfico correspondiente. En líneas generales los negativos de la caja verde son obra de Chim, los de la caja roja de



Capa, Taro y Stein (otro fotógrafo presente en *la maleta mexicana*) y los de la tercera caja pertenecen a Capa y Taro. Finaliza este volumen con una lista de las publicaciones en las que se reprodujo la obra de Capa, Chim y Taro, desde 1936 a 1941. Muchas de ellas son revistas ilustradas extranjeras que se hicieron eco de las noticias sobre la Guerra Civil española. A través de ellas se conocían muchas fotografías de estos reporteros.

El segundo volumen contiene el prefacio, realizado por Cynthia Young, editora y miembro del ICP de Nueva York, y los apartados dedicados a los propios fotógrafos y sus colaboradores, así como gran cantidad de negativos que comienzan con la presencia de R. Capa y G. Taro en París, antes del inicio de la guerra, y finalizan con la presencia de Capa en Bruselas en mayo de 1939. Entre unos y otros, un recorrido completo por los escenarios de la Guerra Civil española, desde 1936 a 1939, y por algunos campos de refugiados en Francia: Madrid, Toledo, Torrijos, Bilbao, Eibar, Amorebieta, Oviedo, Langreo, Gijón, Guadalajara, Madrid, Valencia, Navacerrada, Segovia, Córdoba, Brunete, Teruel, Barcelona, Argelès-sur-Mer, Le Barcarès, Bram... La temática también es muy variada, pero el dramatismo de la guerra siempre está presente: personas (políticos, militares, niños, mujeres, campesinos, refugiados, los propios fotógrafos...), frentes y batallas, destrucción, desfiles militares, funerales, pancartas y carteles, reforma agraria, hospitales, centros de refugiados...

4. CONCLUSIONES

Los negativos de *la maleta mexicana* son una fuente histórica muy importante para estudiar dos acontecimientos clave de nuestra historia, la Guerra Civil y el posterior exilio de muchos españoles. También son muy significativos para conocer mejor la obra gráfica de Capa, Chim y Taro y los inicios del periodismo gráfico que estos iniciaron.

Este documental contiene la memoria de muchos españoles, de los que vivieron y murieron en la Guerra Civil, pero también de los que tuvieron que dejar España marchando a otros lugares, principalmente a México. Los negativos siguieron la misma ruta que los veinte mil españoles republicanos que marcharon a México, de ahí la importancia y significado que tienen desde un punto de vista histórico. Una memoria que está hecha a la vez de recuerdo y de olvido. Díaz Barrado opina que para conformar la memoria tan importante es recordar como olvidar e invita a la sociedad actual, que es incapaz de elaborar un discurso coherente, a superar la enfermedad del olvido.⁷

⁷ DÍAZ BARRADO, M. P.: "La imagen en el tiempo: el uso de fuentes visuales en Historia", *HAO*, 29, (2012), pp. 141-162. (Emilio Lledó la llama sociedad lotófaga).

Se trata de una memoria emocional no pertenece al ICP, sino a la memoria popular, tanto de los españoles como de los mexicanos, dado el papel que jugó México durante la Guerra Civil española, así como el que desempeñaron los exiliados españoles al construir una generación y una cultura en dicho país. Esta cuestión se plantea en el documental en el que también se propone llevar una copia de todos los negativos a México, una vez que hayan sido catalogados y estudiados en el ICP de Nueva York. Sería estupendo disponer de otra copia en España, en el Centro de Documentación de la Memoria Histórica, con sede en Salamanca.

Una memoria, que como bien recuerda uno de los exiliados nunca se debe utilizar para la venganza. Opinión que comparto, sobre todo en estos momentos en que la memoria histórica española es un tema a debate que parece no ser muy bien entendida por algunos. Por ello debe ser no sólo una memoria histórica, de dolor, de recuerdos, de historia familiar y emocional, de esperanza, de solidaridad..., sino también una memoria para la justicia, para la concordia y para la paz de todos los españoles.

5. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

DÍAZ BARRADO, M. P.: “La imagen en el tiempo: el uso de fuentes visuales en Historia”, *HAO*, 29, (2012), pp. 141-162.

PRESTON, P.: “Censura y compromiso” en VV. AA.: *La maleta mexicana: las fotografías redescubiertas de la Guerra Civil Española, de Robert Capa, Chim y Gerda Taro*, vol. I. Madrid, La Fábrica, 2012, pp. 21-36.

YOUNG, C.: “El proceso de identificación de 4.500 negativos”. en VV. AA.: *La maleta...*, *op. cit.*, vol. I, pp. 95-116.

WALIS, B.: “La recuperación de la maleta mexicana” en VV. AA.: *La maleta...*, *op. cit.*, vol. I, pp. 13-20.

VV. AA.: *La maleta...*, *op. cit.*, vol. I y II.

Ley 52/2007 de la Memoria Histórica, de 26 de diciembre. *B. O. E.*, 27 de diciembre de 2007, no 310.

Reseñas del documental *La maleta mexicana*, en <http://dx.doi.org/10.3998/pc.12322227.0003.005> (última consulta: 9 de mayo de 2016)

<http://eldadodelarte.blogspot.com.es/2014/09/la-maleta-mexicana-capa-ziff-arte-cine.html> (última consulta: 9 de mayo de 2016)

http://cultura.elpais.com/cultura/2013/10/08/actualidad/1381189759_737848.html (última consulta: 9 de mayo de 2016)

<http://www.filmaffinity.com/es/film638618.html> (última consulta: 9 de mayo de 2016)

Centro de Documentación de la Memoria Histórica en

<http://www.mecd.gov.es/prensa-mecd/actualidad/2015/03/20150318-memoria.html> (última consulta: 9 de mayo de 2016)

Reseña del libro *La maleta mexicana* en

<http://www.lafabrica.com/es/noticias/34/LA%20F%20C3%81BRICA%20PUBLICA%20LA%20MALETA%20MEXICANA> (última consulta: 9 de mayo de 2016)

Trampa oscura

Juan de Dios Jiménez Valladares

Profesor del IES Laurel de la Reina. La Zubia

Antoine Lumière era un hombre de costumbres. Apenas amanecía cuando ya se dirigía hacia la pequeña despensa situada tras la cocina de su lujoso “palacete” en La Ciotat, villa portuaria en la desembocadura del Ródano, muy cerca de Marsella. Esa vieja manía de desayunar con la servidumbre, junto a los humeantes peroles donde se recocían los caldos de verduras, legumbres y huesos de vaca, le venía de su infancia en Besanzón, una infancia feliz pero llena de penurias como consecuencia de la muerte de su padre en el frente ruso. En esos años de locura napoleónica Antoine aprendió que comer cada mañana podía ser una conquista heroica, tal vez por eso adoraba la mantequilla sobre tostadas de pan duro horneado con los aromas rancios de la cena del día anterior, lo acompañaba con un gran tazón de leche y canela, con grumos de nata sobrenadando, los “tropezones de la vida” según él les llamaba con su proverbial buen humor.

Entre las risas de las criadas y los relinchos de Lorene, la jefa de cocina, repasaba la correspondencia del día anterior. No podía descuidar los asuntos de la fábrica de Lyon, durante el verano era frecuente recibir pedidos importantes que le reenviaban puntualmente desde la oficina para su valoración, el negocio fotográfico estaba en ebullición y no paraban de surgir competidores. Al abrir la caja donde le dejaban las cartas un sobre llamó su atención, no le resultó familiar el sello y su formato alargado destacaba sobre el resto. Le sobrecogió la energía con que estaba escrito su nombre y dirección, la letra intensa, grande y afilada, al abrirlo encontró un texto compuesto con recortes de periódico:

SALDA TUS DEUDAS, LADRÓN DE IDEAS, O TE VERÁS EN LA RUINA. TUS HIJOS TE REPUDIARÁN.

Sorprendido soltó la carta y se levantó de la silla como un resorte, las piernas le temblaban, un sudor helado brotaba de su frente. ¿Quién podía hacerle eso?, ¿y por qué?

Londres, una semana después.

Sherlock Holmes no era precisamente el invitado ideal, no le gustaba viajar sin motivo y, por encima de todo, odiaba Francia.

En esta ocasión la cosa tenía un pase, le habían invitado a comer al Northumberland Arms, le esperaba un joven físico, esto en sí era prometedor aunque Sherlock hubiera preferido un químico, una ciencia más moderna y prometedora,..., pero era francés y se llamaba Louis Lumière. Watson no le dio más detalles, solo sabía que el joven era hijo de un acomodado industrial de Lyon, nada sobre el motivo.

Tras unos minutos caminando, al llegar al final de Comer House St. giró a la izquierda y, al pasar por la Royal Institution of Naval Architects, no pudo evitar una sonrisa pícaro, cuántos arquitectos no deberían estar en el fondo del mar, cuántos edificios monstruosos no se hubieran evitado si la “arquitectura naval” fuera una práctica más habitual en su amado Londres.

Entrando al fondo de la taberna se encontraba Watson acompañado del joven misterioso. Lo había imaginado más gordo, y con barba cerrada, el pelo sí era rizado y fue de su agrado que el joven llevara gafas y que se las quitara elegantemente al levantarse para saludar.

- Admirado señor Holmes, - dijo en un perfecto inglés Louis Lumière -, estoy muy agradecido de que haya querido recibirme, ya sé que es usted una persona muy ocupada.

- No crea todo lo que le cuenten -dijo Holmes mirando a Watson-, serán exageraciones de nuestro común amigo, para él hasta los Comunes precisarían 48 horas al día para atender sus múltiples "ocupaciones". Bueno, y ¿qué tenemos aquí? Un físico francés en Londres, claramente se interesa por la química, electroquímica seguramente, no hay más que ver las manchas amarillas de las yemas de los dedos. El ácido nítrico deja esas huellas. Su palidez me dice que pasa mucho tiempo en la oscuridad, ¡llamándose Lumière!, claro, usted investiga sobre la fotografía, ¿me equivoco?

Watson miraba divertido a Louis Lumière mientras se inclinaba hacia delante, extendía los brazos y volvía las palmas de las manos hacia el techo como pidiendo un aplauso.

- Me sorprende su perspicacia -dijo Louis-, la fotografía es el negocio familiar, yo estoy interesado en desarrollar otras técnicas, me cansa la fotografía, las cosas no son en blanco y negro, y se mueven. Me interesa comprender todo el proceso, ¿cómo se forman las imágenes dentro de nosotros?, ¿nunca se hace estas preguntas?

Fue algo sorprendente, Holmes se quedó con la boca abierta durante una eternidad, giró la cabeza hasta donde se encontraba Watson y dijo: ¿dónde lo conociste?, no esperaba de ti estas amistades.

La Ciotat, en ese mismo momento.

Antoine Lumière estaba desesperado, nunca en su vida había hecho daño a nadie, solo trabajar como un burro desde los ocho años. Su primer negocio consistió en proveer de aceite de linaza a los numerosos talleres de pintura de Besanzón, los nuevos ricos deseaban pasar a la historia imitando a la nobleza de antaño, cada familia atesoraba los retratos de la abuela, el abuelo, la tía, la prima de la abuela....un árbol genealógico entero repartido por las paredes de los Chateaux. La pintura al óleo necesita aceite de linaza, sin él no se puede diluir, matizar, rectificar, el arte necesita de la técnica, esa fue la gran lección aprendida por Antoine, y tras la técnica va el dinero.

La aparición de la fotografía comercial lo cambió todo, en 1839 Daguerre publicó el procedimiento basado en sales de plata que, en unos minutos, permitía recoger lo que hasta la fecha llevaba horas, si no días. Francia demostró al mundo, es decir a Inglaterra, su superioridad científica, técnica e industrial. Antoine entró de lleno en esta locura comercial desarrollando nuevas técnicas basadas en la idea de Talbot, lo importante no es hacer una fotografía sino poder reproducirla indefinidamente. En 1854 nació el negativo de colodión húmedo, y allí estaba Lumière para proveer los papeles de albúmina necesarios para copiar y copiar las fotos de toda la familia.

Fue una época muy dura, todos desconfiaban, las ideas se robaban de un taller a otro, los aprendices eran espías y las empresas se hundían o triunfaban según la veracidad del último soplo. Antoine se mantuvo firme en esa guerra entre la ética y el negocio y nunca, ¿nunca? se fue de la lengua con los secretos de sus socios. Atormentado por el anónimo recibido una semana antes ni comía, ni bebía, ni dormía, solo trataba de recordar si de

algún modo pudiera haber traicionado a alguno de sus numerosos socios con los que colaboró para lograr el éxito del que ahora disfrutaba.

La segunda carta anónima recibida no le dejaba alternativas, o entregaba gran parte de la riqueza acumulada o se exponía a sufrir un suplicio inimaginable que arruinaría para siempre lo que más valoraba en su vida, la honra.

Londres, 24 horas más tarde.

El ambiente en Baker Street 221B era desolador, Louis Lumière dormitaba recostado en un sillón, Watson, con los ojos enrojecidos por el cansancio y la intensa humareda de la habitación, permanecía tumbado en el sofá mirando hacia el techo con apenas señales de vida. Sherlock, sin embargo, leía entre líneas las páginas de numerosos ejemplares de los Proceedings of the Royal Society of London. Saltaba de una revista a otra arrojándolas una vez revisadas como si buscara piojos entre los cabellos de una tropa infantil.

- ¡Lo tengo! -gritó Holmes irrumpiendo a continuación con unas sonoras carcajadas en el soporífero silencio que reinaba en la sala-. Comenzó a dar saltos con un ejemplar en la mano que utilizaba como espada para golpear sin ninguna consideración a sus acompañantes, que tras este violento despertar, trataban de protegerse la cabeza con las manos.

- ¡Vale ya! -gritó Watson-. Espero que merezca la pena lo que tienes que decirnos, de otro modo te juro que arrojaré al Támesis tu cadáver.

- ¡La clave está aquí! -volvió a gritar, casi escupir, Sherlock Holmes mientras señalaba su ojo derecho-. La retina tarda en reaccionar, William Scoresby ha comprobado los cambios de presión sanguínea en la arteria retiniana cuando se ilumina con destellos cortos de luz. También ha medido con detalle la polarización del nervio óptico en idénticas circunstancias.

- ¿Y eso a qué viene? -dijeron al unísono Watson y Louis, que no acababan de creer lo que estaba sucediendo-.

- Elemental mi querido Watson, -dijo Holmes ya repuesto de su ataque de euforia-, si Louis quiere registrar imágenes en movimiento con su técnica fotográfica, debe regular la velocidad de exposición de las imágenes con un obturador sincronizado exactamente al ritmo descubierto por Scoresby. De ese modo el espectador no podrá ver cómo una imagen se sustituye por otra y creará observar un movimiento continuo. La ceguera temporal de la retina es inevitable, es fisiológicamente imposible ver más rápido de lo que vemos, nadie podrá escapar a esta ley natural, su kinoscopio es perfectamente posible, solo necesitará un relojero habilidoso que le construya su maquinita.

Llegado a este punto Watson y Louis se miraron como si acabaran de ver el fantasma de la ópera vendiendo patatas asadas en la puerta del Covent Garden. Louis Lumière recuperado de su asombro, se levantó y señaló a Holmes con el dedo índice y el brazo extendido con energía retadora, como si fuera a dispararle.

- Lo que me ha traído hasta aquí - dijo Louis enrojeciendo de ira - es la extorsión a la que está siendo sometido mi padre, ¿y me viene ahora con una idea disparatada para grabar y reproducir el movimiento, algo en lo que vengo investigando durante años?, ¿quién se ha creído usted que es?

- No se ofenda -dijo Holmes-, sus investigaciones son excelentes y de ellas me he servido para dar con un problema ignorado por toda la industria fotográfica. Por otra parte

creo que estamos a tiempo de rescatar a su padre, es imprescindible viajar cuanto antes hasta Marsella, ¿alguna idea?

Jaque mate en La Ciotat. Dos semanas más tarde.

El plan fue tomando cuerpo en el viaje, de Londres a Dover en tren, cruzar a Calais en barco, coger el tren de nuevo hasta París y de ahí otra vez en tren hacia Marsella y luego, por fin a La Ciotat. Tres días de viaje, algo unimaginable pocos años antes. El fracaso de la conferencia de Berlín en 1885 para repartirse África entre Alemania, Inglaterra y Francia promovió la construcción de una red ferroviaria capaz de transportar mercancías y tropas de norte a sur y de este a oeste, la prosperidad de hoy parecía anunciar las guerras del futuro pero eso, ¿a quién le importa? De momento la única guerra que interesaba a Louis Lumière era la emprendida entre su padre y su anónimo agresor, ¿por qué lo amenazaba?, ¿hasta dónde estaba dispuesto a llegar?

Sherlock Holmes, más práctico, había establecido varios contactos telegráficos a lo largo del viaje. La tela de araña se iba tejiendo y pronto caería en ella el causante de todas las incomodidades a las que se venía sometiendo, eso sí, con gran entusiasmo, no recordaba una aventura tan estimulante desde el caso del Hidalgo de Reigate.

Nada más llegar a Marsella recogieron en la relojería *La montre heureuse* el mecanismo de obturación diseñado durante el viaje de Londres a Dover. Louis mostró gran ingenio desarrollando la idea de Holmes, demasiado sutil para pasar al plano de la realidad. Watson recopiló una lista de antiguos colaboradores de Antoine Lumière gracias al telegrama remitido por Auguste Lumière, el hermano de Louis, que permaneció junto a su padre tratando de ayudarlo para dar con el chantajista. Siguiendo las instrucciones de Holmes publicaron varias notas en el periódico local para contactar con él. Para sorpresa de todos tardó muy poco en responder, debía tener mucha prisa. La última nota publicada por Sherlock decía:

“El próximo domingo 1 de septiembre, en la estación de La Ciotat, con el tren llegará lo que esperamos desde hace años”.

Estos mensajes eran frecuentes, generalmente escritos por amantes que concertaban así sus citas, llenaban la sección de “sociedad” en los anuncios y nadie les prestaba atención salvo que hubiera un acuerdo previo.

- No acabo de verlo claro, ¿no sospechará? - dijo Louis.

- Imposible -contestó Holmes-. Ese día será como otros, no habrá nadie especial, la policía no ha sido informada, en este asunto la discreción es esencial.

- ¿Y cómo podrás hacer la toma? -dijo Watson-. Tendrás que estar en medio del andén a la vista de todos.

- Querido amigo, siempre tan elemental...-le contestó-, ¿quién sospechará de un trabajador ferroviario dándole cuerda a un reloj con su manivela?

- Un reloj un poco extraño -añadió Louis-, una caja de madera con trípode, ¿para qué podría servir eso?

- Hoy en día todo son adelantos, nada resultará sorprendente -continuó Holmes-. No pasa un año sin que se inventen artefactos, pensarán que está comprobando algo, ¿acaso podrá sospechar nuestro amigo de que se están registrando sus movimientos?, ¿quién podría imaginar algo así?

- De acuerdo, -dijo Louis-, usaremos nuestro kinoscopio para grabar su imagen recogiendo una maleta con dinero, ¿para qué nos servirá?, ¿cómo haremos que deje de amenazar a mi padre?

- ¿Se ha parado a pensar por qué este hombre está haciendo esto? -dijo Holmes-. Por lo que sabemos no busca solo dinero, quiere reconocimiento, fama. Si es, como parece, un colaborador defraudado de su padre será difícil localizarlo, y lo más difícil, calmar su rabia será imposible porque no tiene motivo para ella, su sed de venganza es insaciable.

- Bueno, -añadió Watson-. Mañana es el día, esperamos que el invento funcione y el tren nos lleve a la estación.

En posición, al día siguiente.

Todo estaba dispuesto, Auguste Lumière, vestido con traje oscuro, capa, bombín y un grueso maletín, se paseaba por el andén de arriba abajo. Parecía tranquilo pero una ligerísima cojera delataba la tensión del momento.

Watson en el extremo norte del andén y Louis en el otro extremo se revolvían en sus puestos de vigilancia. El primero disfrazado de fontanero con numerosas herramientas y tubos de goma, el segundo con un traje claro y una chistera, con las manos en los bolsillos.

Mientras tanto, Sherlock Holmes estaba en su salsa, disfrazado de obrero ferroviario instalaba su trípode y sobre él su kinoscopio. Simulaba mirar de un lado a otro apuntando con el objetivo camuflado, comprobaba el enfoque, ajustaba la manivela, verificaba la estanqueidad de la caja para que no penetrara ningún rayo de luz que pudiera malograr su gran puesta en escena y, no lo olvidemos, su histórico experimento.

Finalmente dieron las doce en el reloj de la estación y, como por arte de magia, a lo lejos se elevó un penacho de humo negro, la máquina de vapor afrontaba el último esfuerzo, una pequeña elevación del terreno que conducía la vía hasta la estación. Holmes aguantaba para destapar el objetivo y comenzar a darle a la manivela, la toma debía ser perfecta, no habría una segunda oportunidad. Justo cuando la locomotora rebasó al primer grupo de personas que esperaban el espectáculo comenzó.

Se observa la máquina llegar, dos guarda raíles comienzan a caminar al encuentro del tren que avanza cada vez más lentamente. Uno de ellos inicia una ligera carrera hacia la locomotora saliendo del encuadre. El tren se detiene y una pareja de edad intermedia se pone en marcha. En ese momento Watson pasa por delante de la cámara ocultando a la pareja, se ven fugazmente sus herramientas y tubos. Inmediatamente Auguste se sitúa en el centro de la escena con su gran maletín. Holmes nota cómo su corazón se acelera, teme desmayarse, la experiencia es abrumadora. Las puertas se abren, Auguste retrocede y del vagón sale un hombre enérgico con gorra y traje claro. Mira hacia atrás, busca a alguien, ¿quién será?, ¡maldita sea!, se pregunta Holmes. Y ahí aparece él, vestido de trabajador, con sombrero, con otro maletín para hacer el intercambio. Avanza, se gira, está buscando, se detiene, parece que mira un reloj de bolsillo... ¡merde! se acabó la película, 51 segundos escasos, ¿dónde está?

Cae el telón. 28 de diciembre de 1895, París.

La experiencia policiaca en La Ciotat fue un desastre total, el hombre desapareció, el intercambio no se hizo y los anónimos siguieron cada vez más amenazantes. Sin embar-

go, y para desesperación de Antoine Lumière, Los hermanos Lumière y su nueva “productora” se volvieron literalmente locos con la película. “La llegada del tren”, así la titularon en un alarde de imaginación, les tenía fascinados, Louis y Auguste se dedicaron a perfeccionar la técnica, grabaron otras escenas tituladas “La salida de la fábrica”, “Las calaveras”, “La demolición de un muro”, “El regador regado” y otras por el estilo. Para desesperación de su padre descuidaban la fábrica de material fotográfico y todo a cambio de nada. Ni ingresos ni avances en la identificación del sujeto que, desde meses atrás, le tenía aterrorizado.

Holmes desde Londres continuaba tejiendo la tela de araña. Desenganchado ya de aquel curioso experimento con el “cinematógrafo”, como se empeñó Auguste en denominar lo que él, con mayor acierto y cultura, llamó kinetoscopio, había hecho muchos avances. El tipo de papel de periódico usado en los anónimos, la reiteración de ciertas palabras propias de la región de Provenza y un listado exhaustivo de todos los colaboradores de Antoine desde los últimos 20 años le ayudó a estrechar el cerco. Cotejó todos los datos con los adelantos que habían permitido a los Lumière concebir una máquina capaz de “congelar” el tiempo y, le voilà, tenía su sospechoso. Ahora había que tender la red y esperar.

Numerosos carteles lo anunciaban, Gran exhibición cinematográfica en el salón Indio del Gran Café, avenida de los Capuchinos. 28 de diciembre de 1895. “Donde se podrá ver, entre otras imágenes, la llegada del tren de Marsella en La Ciotat el 1 de septiembre del presente año”. “Un espectáculo histórico donde unas personas pasaron a formar parte de la historia, que vivirán para siempre en la memoria de la Humanidad gracias al cinematógrafo”. Etc. etc. ¿quién podría resistirse a tanto jabón siendo, además, un protagonista ignorado, vituperado, ninguneado, y esencial para realizar ese prodigio.

Llegó la hora, 34 personas tan solo acudieron a aquella convocatoria, estaría él. Se apagó la luz y un fuerte murmullo se desató entre los asistentes, ¿qué clase de espectáculo era ese? Tras la oscuridad un fogonazo de luz, un silencio espeso roto tan solo por un traqueteo regular, monótono, que acompañaba al parpadeo de la luz. Y,... y... ¡una locomotora salía de la pared!, gritos, golpes, carreras en la sala, ¡socorro! y la luz de la sala se encendió.

Tan solo una persona se mantenía en calma, sentado en el centro de la sala, él sabía que aquello ya había ocurrido, que él iba en ese tren y que con él pasaría a la historia y tal vez, con suerte, solo unos meses en prisión.

FIN

Epílogo.

En todo momento nuestro sospechoso se llamó Charles E. Bennett. En 1878 inventó las placas de gelatino-bromuro. El proceso fotográfico se simplificó al eliminar el colodión húmedo. Sin ese avance, y otros más, no se hubiera desarrollado la técnica que usaron los hermanos Lumière. Deseamos que en este relato imaginario Charles E. Bennett sea juzgado con benevolencia y no vaya a la cárcel. Prefiero pensar que los Lumière se abrazaron a él y le pidieron disculpas por pasar a la historia como los inventores del cine, a fin de cuentas fueron unos más, y como guionistas, de los peores.

Nota: la escena del tren es real -http://youtu.be/tz_l8JDYXmc - y se podría ver a Sherlock Holmes, lamentablemente en esta ocasión él era el cámara.

Utilización de nanotubos de carbón para evaluar la integridad estructural de uniones pegadas con piezas de material compuesto con adhesivo tipo film¹

Carlos García Nieto

Ingeniero en Airbus Operations D.L.

Tesis Doctoral Universidad Rey Juan Carlos

RESUMEN

Este trabajo analiza la aplicación de adhesivos tipo film, modificados con nanotubos de carbono (CNT), para monitorizar la integridad estructural de uniones o reparaciones pegadas utilizadas en la industria aeronáutica. La tecnología se basa en la inclusión de nanotubos de carbono en la matriz del adhesivo tipo film. La finalidad de los nanotubos de carbono consiste en proporcionar propiedades de conductividad eléctrica a dicho adhesivo film. Se ha demostrado que la adición de un 0.1% en peso de nanotubos de carbono en un adhesivo de este tipo crea una red eléctrica suficiente para detectar deformación y daño en el mismo a partir de la medición de ciertas variables eléctricas (por ejemplo, la resistencia eléctrica). Solicitaciones externas (fuerzas) aplicadas sobre una unión pegada conllevan deformación, inicio de daños, progresión de estos y posible rotura final de la unión. A medida que estos fenómenos tienen lugar, la resistencia eléctrica se incrementa. Por tanto, la monitorización o medida de la misma, permite en todo momento saber qué está sucediendo y la integridad estructural (si hay despegado, si ha propagado, etcétera) de la unión. Dos métodos diferentes se han utilizado para integrar los nanotubos de carbono (CNT) en el adhesivo film: el primero es un método de impresión y consiste en rellenar los cartuchos de una impresora convencional con una solución acuosa de CNT para posteriormente imprimir directamente sobre el adhesivo; el segundo, se basa simplemente en una inmersión del adhesivo en la mencionada solución acuosa. Comprobada la factibilidad de la tecnología, la aplicación de la misma a nivel industrial (sobre uniones y reparaciones de este tipo) permitirá conocer en todo momento la existencia de daños y su propagación sobre uniones y reparaciones de este tipo en las aeronaves.

¹ Artículo presentado al XI Congreso Nacional de Materiales Compuestos (2015, Madrid) y al International Workshop on Structural Health Monitoring (2015, Stanford-US).

Carbon nanotubes for assessing the structural integrity of composite bonded joints with film adhesives¹

Carlos García Nieto

PhD Rey Juan Carlos University. Madrid. Airbus Operations S.L.

ABSTRACT

This work analyses the capability of the application of self-sensing film adhesives for assessing the structural integrity of typical aeronautical bonded joints or repairs without altering their mechanical behavior. Tests have been carried out on carbon fiber reinforced polymer composites (CFRP), showing that different types of strain and damage are detected depending on the characteristics of the joined materials. In both cases, the structural health monitoring of the bonded joints has been achieved. The developed technologies are based on the addition of carbon nanotubes (CNT) to the film adhesives in order to provide electrical conductivity to the different interfaces. The high conductivity and relative large aspect ratio of CNT result in percolation thresholds around 0.1% weight of carbon nanotubes in the adhesive. The CNT network formed in the adhesive offers significant potential to develop sensing for damage detection and health monitoring using direct-current measurements. Loads applied over the nanodoped adhesives produce damage (i.e. cracks, delaminations) appearance and/or damage progression in the material, that modifies the integrity of carbon networks and increases the electrical resistivity of the adhesive. Two different methods have been developed to deposit CNTs on film adhesives: innovative inkjet printing methods and mask methods. In both cases, the CNTs used were stabilized in water solution to use a solvent that did not damage the behavior of the adhesive. Then, the CNT solution was incorporated in the nanoreinforcement with controlled geometries over the films, providing local and controlled sensitivity to the bonded joints and giving information of the location of the damages, their characteristics and their propagations in an accurate way.

KEYWORDS: adhesive joints, carbon nanotube, inkjet printing, Structural Health Monitoring (SHM).

INTRODUCTION

Nowadays, highly integrated structural components are considered as relevant opportunities in terms of weight and cost for the aeronautical industry. Nevertheless, these highly integrated structures, where a remarkable number of cobonded (structures where one of the adherent is already cured while the second adherent and the adhesive are not cured) or secondary bonded (both adherents are already cured) interfaces can appear, present uncertainties about their structural integrity and reliability. Disbondings

¹ Article presented for XI National Congress of Composite Materials (2015, Madrid) and Abstract for International Workshop on Structural Health Monitoring (2015 Stanford, US).

onsets and propagations can imply the final collapse or catastrophic failure of a bonded structure. Therefore, it is absolutely necessary to be capable of understanding, identifying and assessing the different crack onsets and propagation processes in these bonded joints [1, 2]. This will be the only way for widely accepting their applicability in real aircraft structures. If crack onsets and propagations can be detected and assessed in real time, accurate conclusions concerning how the bonded joints are working can be determined, leading to mitigate uncertainties about them and increasing their reliability. The emergence of nanotechnology has enabled the tailoring of a variety of functional properties through nanoscale modification. Due to the nanoscale size, high aspect ratio (length/diameter), high specific stiffness and strength and, exceptionally high electrical and thermal conductivities, carbon nanotubes have found use in many applications, including high-intensity electron guns, nanoprobes, fracture and scratch-resistant composites. In addition to these, the demonstrated ability to selectively grow carbon nanotubes via patterned deposition has enabled their use in sensors and actuators. As a result of their high aspect ratio and electrical conductivity, it has been established that carbon nanotubes can form electrically conductive networks in polymer matrix materials at exceptionally low volume fractions [1]. Liu, [2], developed a self-sensing nanocomposite to track the presence of damage in complex composite structures by means of Multiwalled Carbon Nanotubes integrated with a polymer matrix. Mactabi [3] and Kang [4] showed that a conductive network inside an epoxy adhesive was sensitive to crack initiation, propagation and delamination during cyclic fatigue loading. Thostenson and Chou [5-6] studied the effect of nanocomposite processing and nanotube concentration on the electrical properties of epoxy and established that percolating networks can be formed at concentrations below 0.1% weight. This capability to form electrically percolating networks at low nanotube concentrations led to the development of in situ sensing of damage in fiber composites by forming nanoscale electrically percolating networks surrounding the structural fiber reinforcement. Results from this study demonstrated the effectiveness of a carbon nanotube network in quantitatively measuring the onset and propagation of damage in a reinforced composite. Many studies have been focused on the use of carbon nanoparticles for the development of paste adhesives to increase the adhesive fracture energy of carbon fibre/epoxy laminate joints without penalizing the joint strength and allowing the dissipation of electrostatic charges [7]. The fracture energy of adhesive joints of carbon fibre/epoxy laminates increased up to 40 % and the electrical resistivity reduced by several orders of magnitude. These improvements were attained without penalizing the shear strength of the adhesive joints and maintaining the tensile properties of the nanoreinforced adhesives with regard to the net basic epoxy formulation. Nevertheless, in spite of the notorious development of nanotechnology in the adhesive field, not many researches had been performed -for the widely used in the aeronautical industry- film adhesives (some articles, for example, [8], can be found but their scopes are different to the one presented here). Due to this fact, a research focused on developing a technology for assessing the structural integrity of composite bonded joints with film adhesives was launched. In this case, the strategy was to use a commercial adhesive and to use novel doping methods based in inkjet printing of CNT based solution and to compare it with the mask deposition of CNTs.

EXPERIMENTAL PROCEDURE

For the manufacturing of the adhesives a solution of Sodium Dodecyl Sulphate (SDS)- functionalized Single Walled Nanotubes (SWNT) was created. In the process, Carbon Nanotubes selected for preventing nozzle clogging (3152, Nanocyl) were mixed with 1% wt. aqueous Sodium Dodecyl Sulphate (SDS) in deionized water to make a highly dense CNT suspension. The addition of SDS surfactant improved the solubility of SWNTs by sidewall functionalization. The as-prepared SWNT solution was then ultrasonically agitated using a sonicator with an intensity of 50 rpm for 10 minutes and, finally, a centrifugation process was performed in order to separate out undissolved SWNT bundles and impurities. Different times were tested, and the times indicated here represent the optimum conditions. For the deposition and film adhesives modifications by means of CNT, two different techniques were used: an inkjet printing technique and a mask technique. Mixtures with 0.1% of CNTs in weight were used, and the lowest doping percentage resulted in the best results. In the inkjet printing process a commercial Epson Artisan 50 piezoelectric printer with a resolution of $1.440 \times 1x440$ dots per inch (dpi) was used. For testing purposes, “U” patterns were printed on the adhesive films. The mask technique consisted in applying the SDS-functionalized SWNT on the film adhesive by means of direct positioning onto the adhesive. The pattern used has a U shape to evaluate the resistivity in two perpendicular directions. Then, in different zones of the mask, conductive contacts were placed by using a silver paste. The adhesives were cured following a one-step curing cycle of 180 °C for 8 hours in an oven and the electrical resistivity of the doped film adhesives was tested before and after the curing cycle.

RESULTS

Characterization of the doped resin

The adhesive film shows a structure constituted by a polymeric net that provides strength to the adhesive and the own adhesive that appears as a green material (figures 1 a and b). After the doping by CNTs (figure 1 c and d), black droplets appear on the surface of the film. The CNTs do not seem to be deposited as a homogeneous layer, but they are mainly deposited near the polymeric net. This can be due to the rough surface of the film and to not proper wetting of the CNTs solution on the adhesive.

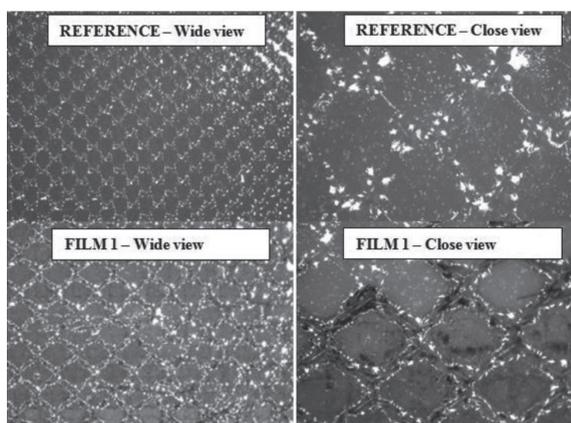


Figure 1. Characterization phase. Sample Film 1 vs Sample Reference using the magnifying glass.

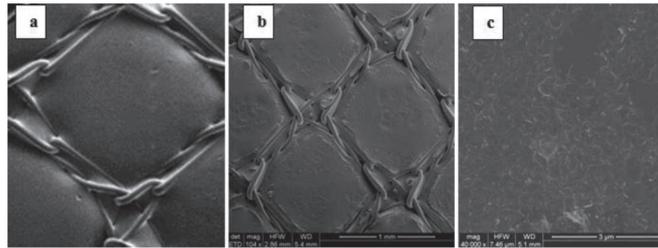


Figure 2. FEGSEM images: a) Original film adhesive. b. Nanodoped film adhesive before curing c) Detail of CNTs.

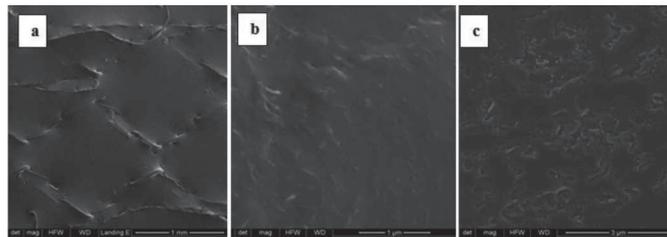


Figure 3. FEGSEM cured doped resin: a) General view, b) mask doped and c) inkjet printed.

The distribution of the CNTs, as observed at higher magnifications, reinforces these observations. The undoped adhesive has a rough surface (figure 2a); after the doping process the global roughness diminishes (figure 2b). At higher magnification Ti and untangles CNTs can be observed on the surface of the adhesive (fig. 2c). The shape of the deposited layer is very similar for the two deposition methods used, i.e. mask and inkjet.

The undoped adhesive, cured in an oven at 180 °C for 8 hours, shows a shape that is very similar to that shown before the curing cycle, although its roughness and mechanical properties have completely changed. In the case of the doped adhesive, at high magnifications the aspect is very similar (Fig. 3a), although it can be seen that the nanotubes get embedded in the resin and that they are no longer over the adhesive, either for mask doping (fig 3b) or inkjet printing (fig 3c). They are better distributed, although a higher proportion of CNTs remains in the vicinity of the reinforcing net.

Electrical behavior of the resins

The undoped resins showed resistivity values above 109 Ω m, so that the resistance between any two points in the resin is above the equipment used. The resistivity of the doped resin has been evaluated before and after the curing process. The shape of the doped zone is represented in figure 4. The pattern used has an U shape to evaluate the resistivity in two perpendicular directions in order to evaluate the validity of the inkjet printing method and of the mask one for the printing of bidirectional geometries. After the printing, silver paste contacts were placed and the resistance between adjacent contacts was evaluated. The results are presented in the scheme included in Figure 4 where the arrows indicate starting and ending measurements points. So that resistance measurements were performed twice for each segment.

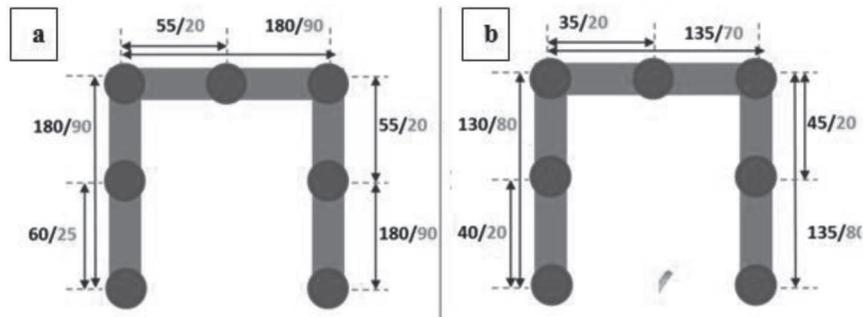


Figure 4. Scheme of the printed zones and resistance values measured (in black before curing and in orange after curing) in each segment: a) mask doped adhesive and b) inkjet printed adhesive.

It can be observed that the electrical resistance is 35% higher for the mask method than for the inkjet one and that the resistance reduces after curing. It is 50% lower after curing for the mask method and reduces by 43% for the inkjet one. Even after curing the resistance of the mask doped adhesive is nearly 20% higher. This difference should be due to the forced deposition of the CNTs by the inkjet printer, that may be the cause of the lower number of CNTs observed at the surface of the adhesive. Other important cause, may be that the dilution is deposited in very small drops that may favor the alignment of CNTs and the formation of percolation networks.

Electrical behaviour of bonded joints

Resistance measurements were performed on bonded joints with nanodoped film adhesives. Last part of the comparison phase was based on studying some bonded joints with nanodoped film adhesives in order to perform some resistance measurements. Four specimens were prepared:

a. Specimen 1: two carbon fiber adherents joined by means of one 0.1% weight CNT nanodoped adhesive film.

b. Specimen 2: two carbon fiber adherents joined by means of the original adhesive film.

c. Specimen 3: two carbon fiber adherents joined by means of one 0.1% weight CNT nanodoped adhesive film with a specific network or pattern distribution.

d. Specimen 4: two carbon fiber adherents joined by means of two 0.1% weight CNT nanodoped adhesive films.

After preparing the specimens, resistance measurements were made on the samples. For undoped adhesive film, no electrical conductivity was detected (Spec. 2). When doped adhesives were used, conductivity in the perpendicular direction of the specimen was detected. The printing of a designed pattern made of CNTs, caused the appearance of conductivity in the transversal direction of the samples. Nevertheless, conductivity, although being remarkable, is lower in this case than in Specimen 1. Finally, when two nanodoped adhesive films were placed together, conductivity in the perpendicular direction of the specimen was detected. However, again the conductivity was smaller than when single doped adhesive film was used.

CONCLUSIONS

From the work carried out, some conclusions can be extracted:

- The addition of CNTs can be used to provide electrical conductivity to film adhesives before curing and it further reduces in the adhesive. This allows to assess their structural integrity status and to achieve more structural reliability in the interfaces where they appear.
- Inkjet printing method favors the formation of conductive paths causing higher reductions of resistance of the adhesive than with the mask method.
- The mask methods and the inkjet printing method, allow the localized deposition of CNTs that provide local conductivity to the adhesive, allowing pattern printing of the conductive zones. This offers significant potential to develop hierarchical sensing approaches for damage detection and health monitoring using direct-current measurements.
- Applicability of the studied technologies as Structural Health Monitoring or strain gauges/rosettes instrumentation is straight forward from the assessed method.

REFERENCES

1. SHOUKAI WANG, ZHEN MEI, D.D.L. CHUNG. Interlaminar damage in carbon fiber polymer-matrix composites, studied by electrical resistance measurement. Composite Materials Research Laboratory, University at Buffalo, The State University of New York, Furnas Hall, Buffalo, NY 14260-4400, USA. 2001.
2. YINGTAO LIU, ABHISHEK RAJADAS, ADITI CHATTOPADHYAY. A biometric structural health monitoring approach using carbon nanotubes. JOM: the journal of the Minerals, Metals & Materials Society. 2012.
3. ROHAM MACTABI, IOSIF D. ROSCA, SUONG V. HOA. Monitoring the integrity of adhesive joints during fatigue loading using carbon nanotubes Monitoring the integrity of adhesive joints during fatigue loading using carbon nanotubes. 2013.
4. MIN-HYO KANG, JIN-HO CHOI, JIN-HWE KWEON. Fatigue life evaluation and crack detection of the adhesive joint with carbon nanotubes. 2014.
5. AMANDA S. LIM, ZACHARY R. MELROSE, ERIK T. THOSTENSON, TSU-WEI CHOU. Damage sensing of adhesively-bonded hybrid composite/steel joints using carbon nanotubes. 2010.
6. ERIK T. THOSTENSON, TSU-WEI CHOU. Carbon nanotube-based health monitoring of mechanically fastened composite joints. 2008.
7. M.R. GUDE, S.G. PROLONGO, A. UREÑA. Hygrothermal ageing of adhesive joints with nanoreinforced adhesives and different surface treatments of carbon fibre/epoxy substrates. 2012.
8. G. GKIKAS, D. SIOULAS, A. LEKATOU, N.M. BARKOULA, A.S. PAIPETIS. Enhanced bonded aircraft repair using nano-modified adhesives. 2012.

La residencia de estudiantes y la ciencia

Residencia de estudiantes

«Esperemos, pues, el final desarrollo de nuestra empresa. Volvamos amorosamente los ojos a nuestra Colina de los Chopos (por ella discurre aún el canalillo, y allí viven –me dicen– las adelfas de Juan Ramón; y se elevan muchos chopos, en recuerdo de nuestros poetas; y el pabellón de laboratorios que trazó Flórez, sigue levantando sus nobles torres, frente al banco del duque de Alba). [...] Sí, volvamos allá los ojos; no lamentando una esperanza perdida, sino con ánimo confiado de que la brillante promesa se cumplirá en el futuro.»

Alberto Jiménez Fraud, 1960

La Residencia histórica

La Residencia de Estudiantes, desde su creación en 1910 por la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (JAE) hasta la guerra civil (1936-1939), fue el primer centro cultural de España y una de las experiencias más vivas y fructíferas de creación e intercambio científico y artístico de la Europa de entreguerras. La Residencia estuvo dirigida desde su fundación y hasta 1936 por el malagueño Alberto Jiménez Fraud, discípulo directo de Francisco Giner.

La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas supuso un elemento esencial del proceso de reforma y modernización del país que habían concebido Francisco Giner de los Ríos y sus colaboradores en la Institución Libre de Enseñanza. Gracias a la red de centros de investigación que creó en el campo de las ciencias, de las humanidades, de la educación y de la cultura, y al sistema de pensiones que puso en marcha, los investigadores españoles pudieron contar con los recursos necesarios para desarrollar sus trabajos, a la vez que entraban en contacto con las nuevas corrientes científicas en instituciones de prestigio en todo el mundo. Aquello representó un impulso vital para la entrada de España en la modernidad.

Muchos son los protagonistas de la JAE: su primer Presidente, Santiago Ramón y Cajal, y quien le sucedió en el cargo en 1934, Ignacio Bolívar; su secretario y alma de la vida cotidiana de la Junta, José Castillejo, quienes dirigieron sus diferentes centros como Ramón Menéndez Pidal, Blas Cabrera, Alberto Jiménez Fraud, María de Maeztu, entre otros muchos científicos y pedagogos como Juan Negrín, Luis Calandre, Tomás Navarro Tomás, Pío del Río-Hortega, Antonio de Zulueta, Antonio Madinaveitia, Nicolás Achúcarro, Miguel Catalán, Ángel Llorca, Felisa Martín Bravo, Samuel Gili Gaya, Dámaso Alonso, Enrique Moles, María Luisa Navarro y toda la nómina de pensionados.

La labor de la Residencia de Estudiantes en la modernización e internacionalización de la ciencia española fue fundamental. En sus laboratorios investigaron Juan Negrín y Pío del Río Hortega, y se formaron Severo Ochoa y Francisco Grande Covián. En su auditorio expusieron sus teorías Einstein, Marie Curie, Arthur Eddington, Paul Scherrer o Maurice de Broglie, y en la revista *Residencia* expusieron también sus últimas teorías los científicos más destacados de aquel momento.

En ella vivieron o fueron visitantes asiduos españoles tan universales como Juan Ramón Jiménez, Miguel de Unamuno, José Ortega y Gasset, José Moreno Villa, Eugenio d'Ors, o los más jóvenes Federico García Lorca, Luis Buñuel, Severo Ochoa, Salvador Dalí, Rafael Alberti o Pedro Salinas. Fue también un centro de recepción y elaboración de las tendencias vanguardistas que se estaban produciendo sincrónicamente en diferentes partes del mundo: Einstein, Keynes, Gropius, Marie Curie, Stravinsky, Bergson, Calder, Valéry o Max Jacob, durante sus visitas a Madrid, trajeron a la Residencia nuevas ideas y reflexiones de orden científico, filosófico y estético.

La guerra civil marca el final de la primera etapa de la historia de la Residencia. A partir de ese momento, sus edificios fueron pasando por diferentes situaciones administrativas, hasta que, en 1940, tras la disolución de la JAE y la creación del CSIC, se convierte en residencia de investigadores del Consejo, situación que se prolonga hasta 1986.

La Residencia hoy

La nueva etapa de la Residencia se inicia en 1986. En 1989 el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) la convierte en una fundación, cuya presidencia de honor ostenta actualmente S. M. el Rey Felipe VI, y cuyo patronato está formado por organismos de la Administración, empresas privadas y vocales por méritos personales. Desde este momento, la Residencia de Estudiantes vuelve a ser uno de los centros más originales en el panorama cultural español, que reúne distintos aspectos que rara vez conviven en una misma institución y la configuran como lugar de encuentro en un doble sentido: en ella se alojan creadores y estudiosos procedentes de todo el mundo y, al mismo tiempo, en sus salas se celebran numerosos actos de naturaleza y temática muy variadas. Así, se ha generado un diálogo permanente entre especialistas de todos los ámbitos y el público interesado, propiciándose una reflexión crítica sobre diferentes aspectos de la historia y la cultura contemporánea. Científicos galardonados también con el Premio Nobel como Erik Wieschaus, Claude Cohen-Tannoudji, Carlo Rubbia, Marshall W. Nirenberg, Tim Hunt, Murray Gell-Man, Torsten Nils Wiesel, Anthony J. Legget, Sydney Brenner o Horst L. Stormer, se han alojado en la Residencia de Estudiantes en esta nueva etapa.

El 15 de abril de 2015, en una ceremonia celebrada en la Biblioteca Solvay de Bruselas, la Residencia de Estudiantes recibió el Sello de Patrimonio Europeo, concedido por la Unión Europea por su significación como singular experiencia de intercambio científico y artístico que desempeñó en su etapa histórica, entre 1910 y la guerra civil (1936-1939), y por la labor que, siguiendo la pauta marcada por la trayectoria de aquellos años, continúa desempeñando actualmente. La Residencia de Estudiantes, junto a otras 19 instituciones europeas, fue seleccionada para formar parte de ese conjunto de lugares que han desempeñado un papel fundamental en la historia de Europa o en su cultura, en la integración europea o en la historia de la Unión Europea.

Así mismo, el 13 de mayo de 2015 se inauguró en la Residencia la placa que, por iniciativa de la Real Sociedad Española de Física, distingue a la Residencia como Lugar Histórico de la Sociedad Europea de Física por su contribución al avance de la física moderna en nuestro país, por la influencia que la Residencia ejerció en la vida científica española de la Edad de Plata de la cultura, y de la ciencia, en España. Entrar a formar parte

del grupo de lugares de toda Europa distinguidos por su relevancia en el desarrollo de la física es un honor que, por una parte, refuerza la vocación europeísta e internacional que alentó y alienta el proyecto de la Residencia desde sus orígenes y, además, en este caso, en particular, destaca la dedicación y atención constante a la ciencia.

Desde que en 1986 la Residencia de Estudiantes recuperara su nombre y propósito fundacional, la programación de actos públicos que desarrolla ha reflejado su doble vocación de ser lugar de memoria, orientado a la recuperación y difusión de la cultura de la Edad de Plata, y centro de prospectiva que presta una atención permanente a las transformaciones y retos que se plantean en el mundo de la cultura en la actualidad. Tales objetivos se articulan en torno a las líneas de programación que han orientado tradicionalmente la organización de los actos públicos de la Residencia de Estudiantes: *Historia intelectual* y *El porvenir de la cultura*, con la ciencia como parte destacada de esta última.

El porvenir de la cultura es la línea de programación en la que la ciencia actual adquiere protagonismo, con ciclos plurianuales ya consolidados como *Ágora* para la ciencia, *Matemáticas en la Residencia*, *Los desafíos de la física fundamental*, etc., en los que han expuesto los últimos avances en ciencia científicos nacionales e internacionales de reconocida y consolidada trayectoria, como los premios nobel Richard Ernst, Sheldon Lee Glashow, Eric Kandel, Roald Hoffman o Martinus Veltman, y otros destacados investigadores como Stephen Jay Gould, Roger Penrose, John Maddox, Nigel Hitching, Michael Atiyah o Eugene Garfield, entre los extranjeros, y Avelino Corma, Joan Massagué, Ignacio Cirac, Antonio García-Bellido, Margarita Salas, Ramón Margalef, José Elguero, Francisco Ynduráin, Juan Modolell o Juan Luis Arsuaga entre los españoles.

Dentro de la línea de programación de *Historia Intelectual* podemos destacar los programas dedicados al centenario de las teorías de la relatividad de Einstein, en 2005, que se celebró con una exposición y un ciclo de conferencias, o el dedicado al centenario de la concesión del Nobel a Santiago Ramón y Cajal; ciclos más recientes como las conferencias en el centenario de la concesión del Premio Nobel a Marie Curie...; exposiciones como *Un siglo de ciencia en España*, (1998) que repasaba, como su título apunta, el desarrollo de la ciencia española en los últimos cien años, o la dedicada al residente Severo Ochoa, (2005) titulada *Ochoa y la ciencia en España*, el centenario de la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas en 2007 y el de la propia Residencia de Estudiantes, que se cumplió en 2010.

Otro vínculo de la Residencia con la ciencia es el programa de becas que se desarrolla, en colaboración con otras instituciones como el Ayuntamiento de Madrid, desde 1989. Estas becas están destinadas a jóvenes estudiantes de posgrado y creadores y artistas, y ofrecen el alojamiento y manutención del becario, en régimen de pensión completa, en la Residencia de Estudiantes, con el fin de alentar y facilitar su trabajo, permitiéndoles dedicar una parte importante de su tiempo a desarrollar sus proyectos de investigación. Los becarios pasan a formar parte de la vida y las actividades diarias de la Residencia de Estudiantes, compartiendo espacio y tiempo con los más de 3.000 investigadores y artistas que cada año se alojan en la Residencia. A su vez, los becarios se benefician de la programación cultural y científica que lleva a cabo la Residencia de Estudiantes, y asisten a las conferencias, mesas redondas, ciclos o lecturas relacionados con sus proyectos de trabajo o intereses artísticos. Por otro lado, al convivir con otros becarios procedentes de diversos

ámbitos de investigación y disciplinas artísticas, tiene lugar entre ellos un diálogo interdisciplinar y una transferencia de conocimientos y tendencias que resultan sumamente enriquecedoras para todos ellos. Las especialidades más representadas entre los becarios de Ciencias de la Naturaleza y Tecnología han sido Biología, Ingeniería, Medicina/Farmacología, Química/Bioquímica, Física, Biotecnología, Geología y Matemáticas.

En la tarea de recuperación documental emprendida desde los inicios de esta segunda etapa también tiene su lugar la investigación en materiales y documentación de carácter científico. Así, en la actualidad, el Centro de Documentación de la Residencia cuenta con archivos de científicos como Alberto Sols, Salvador Velayos, Francisco Grande Covián o Francisco Bernis, y con documentos relativos a otros científicos como Ignacio Bolívar, Nicolás Achúcarro, o Gonzalo Rodríguez Lafora, entre otros.

Desde que en 1990 recuperara su viejo sello editorial, la Residencia ha sacado a la luz numerosos volúmenes repartidos en diversas colecciones. Una parte de las mismas está orientada al rescate y difusión de testimonios y textos históricos del periodo de la Edad de Plata, como es el caso de los Epistolarios, los Álbumes fotográficos, las ediciones facsímiles o la colección de Monografías y Estudios, en la que se han publicado algunos textos inéditos de autores o sobre autores de aquella época.

Otras colecciones pretenden dar soporte escrito a las diversas actividades que actualmente se celebran en la Residencia, haciendo así accesible su contenido a un mayor número de personas. Así, por ejemplo, los cuadernos de conferencias, los catálogos de exposiciones, las actas de congresos o la colección Poesía en la Residencia, que recoge, en papel y en CD, las lecturas realizadas en la Residencia de Estudiantes por los principales poetas en nuestra lengua de España y América.

En los últimos años, las Publicaciones de la Residencia vienen proponiendo el rescate y la creación de una serie de colecciones que revelen todo el haz de relaciones cruzadas que hay detrás de la documentación que forma parte del *Archivo digital*. Así, se combinan distintos materiales (epistolarios, catálogos de fondos documentales, biografías, ediciones facsímiles, obras completas, monografías, materiales educativos, etc.) que son publicados en diferentes soportes en función de su contenido.

La Residencia se ha embarcado en los últimos años en un proceso global de adaptación a la sociedad de la información. Este proceso ha ido concretándose en la integración, rediseño y redistribución de los contenidos de los dos portales a través de los cuales se difunde el patrimonio documental de la Edad de Plata y la actividad cultural de la Residencia: www.edaddeplata.org y www.residencia.csic.es.

En la Residencia confluyen diversos factores que la convierten en una plataforma estratégica para la comunicación y la difusión a toda la sociedad española de la ciencia y la tecnología, a las que ha considerado siempre como parte del conjunto de la cultura:

- 1) Su relación específica con el CSIC, el mayor organismo de investigación en España, en cuyo campus principal en Madrid se encuentran situados los cuatro pabellones de la Residencia.
- 2) Su recuperada tradición histórica, pues tanto en su etapa histórica como hoy en día ha sido un foro de referencia por el que han pasado los más destacados representantes de la ciencia actual.

3) Las relaciones formales y sobre todo informales que ha desarrollado en estos años con instituciones y grupos científicos de toda España y de Europa, no sólo del CSIC, sino también de las universidades y otros centros, con muchos de los cuales existe un contacto fluido.

La Residencia se distinguió en su tiempo como un lugar en el que la cultura en su conjunto, tanto científica como humanística, se entendieron como aspectos de una formación integral que era la que, al margen de las diferentes especialidades, aspiraba a poner al alcance de sus estudiantes, inculcándoles la curiosidad y el respeto por el trabajo científico dentro del más escrupuloso rigor. Hoy en día la Residencia se esfuerza, igualmente, por acercar a quienes la frecuentan a las diferentes disciplinas y a fomentar el diálogo entre las diversas dedicaciones y personas de todas las procedencias.

El cine en Alcalá la Real

Domingo Murcia Rosales

Cronista oficial de Alcalá la Real

A través de mi querido amigo Antonio Heredia, me encarga el equipo de redacción de la prestigiosa revista “Pasaje a la Ciencia”, un artículo que hable sobre el cine en Alcalá la Real. Es un tema sobre el que hemos investigado y escrito poco, así que sirvan estas líneas como una aproximación a lo que se pueda aportar en tiempos venideros.

Acercamiento previo

Tienen que permitirme, en primer lugar, una ligera proximidad a este “invento” que, de mero entretenimiento, prosaico e intrascendente, ha llegado hoy día a las más altas cotas en el panorama cultural. Lo conocemos y aceptamos desde hace tiempo como el séptimo arte. Sé que para muchos lo que ahora sigue no es ninguna revelación, pues es muy conocido para el que se ha adentrado en el tema, o para aquellos que entran a curiosear en Internet. Pero creo necesaria una introducción recordatoria.

Fueron los hermanos Lumière los que idearon el cinematógrafo. Rápidamente el invento se extendió por Europa. A Madrid llegó en 1896. A Jaén en 1899.

Los comienzos fueron balbuceos en torno a la proyección de imágenes. Había habido experiencias diversas -que no es caso de desarrollarlas en este artículo-, hasta que se impuso la de los citados científicos franceses. Valgan de ejemplo las *sombras chinescas*, que venían de siglos anteriores. Un lugar preferente lo ocuparon las denominadas *linternas mágicas*, que eran unos aparatos de proyección bifocales en donde se demostraba el ingenio del creador y su fantasía. Eran parecidas a lo que ahora llamamos diapositivas, o sea, imágenes fijas, a veces coloreadas, que suponían un entretenimiento para los espectadores. Naturalmente, el espectáculo era nocturno, o en salas a oscuras.

Finalmente quiero citar los *cuadros disolventes*, que estaban basados en la linterna mágica, y que consistían en una sucesión de imágenes, que con trucos de iluminación conseguían efectos de encadenado, con los que se mostraban transiciones noche-día, o viceversa, que eran simulaciones de movimiento. Lo más molesto, según el testimonio de los ancianos que me lo contaban hace años, era el relampagueo luminoso que provocaba un cansancio fastidioso en los ojos. Aquellos extraños artilugios ofertaban una temática exótica, muy variada y relegada, como paisajes fantásticos, rincones desconocidos, personajes famosos o estrafalarios... Romanticismo puro.

Alrededor de estos inventos surgieron espacios improvisados, instalaciones provisionales (plazas públicas, barracones), hasta que se adecuaron salas, círculos y teatros que venían funcionando para otros menesteres. Lo mismo ocurrió con las fechas elegidas: casi siempre se optó por las fiestas patronales y las ferias de los pueblos y ciudades. Era una atracción más, un espectáculo novedoso, especialmente para las clases más populares.

SALÓN ACTUALIDADES
GRAN CINEMATÓGRAFO
 HOY DOMINGO 28 DE AGOSTO 1910.
 8 magníficos cuadros 8
TODOS ESTRENOS.

COLOSAL PROGRAMA

- 1°. EL PRIMER CIGARRO.
- 2°. ALPES ITALIANO.
- 3°. INVENCIÓN CRIMINAL.
- 4°. PLAYA DE SAN SEBASTIAN.
- 5°. PARQUE DE YELONSTOQUE.
- 6°. OPERACIÓN QUIRÚRGICA.
- 7°. ÁNCORA PINTORESCA.
- 8°. Bodas blancas.

1ª. á las 8 y $\frac{1}{2}$ y 2ª. á las 10.

Sillas 0,30.—Gradas 0,15 pts.

NOTA: Quince minutos antes de empezar cada una de las secciones anunciadas, se dispararán cohetes.

Teatro de Martínez Montañés

El público alcalaíno, admirará en esta bellísima producción de la casa CIFESA, la actuación soberbia de artistas inimitables y la nostalgia de una música inolvidable, basada en una obra de los españoles hermanos Quintero.

ESTRELLA CASTRO
LA PATRIA CHICA
 con **Pedro Terol**
 Dirección: FERRIADO DELGADO
 Adaptación de la obra de S. y J. Reyes Quintero con Música del Maestro Ruperto Chapí

ALCALÁ LA REAL
SALÓN ACTUALIDADES
GRAN CINEMATÓGRAFO INTERNACIONAL
ULTIMA NOCHE
 HOY DOMINGO 29 DE DICIEMBRE 1907.

La empresa de este espectáculo, por atender asuntos urgentísimos, se ve en la necesidad de suspenderlos, quizá por poco tiempo. En su deseo de corresponder al favor que le dispensa este ilustre público, esta noche, como **DESPEDIDA**, le ofrece un programa que se compone de lo más selecto y escogido de su extensísimo repertorio.

2 SECCIONES 2
 1ª. A LAS 7 Y 2ª. A LAS 9.

7 Magníficas películas 7
 Figurando entre ellas la sugestiva y emocionante de 500 metros de longitud, titulada

EL PIRATA
 y otras tan hermosas é interesantes, como

LADRONES EN EL BAILE,
HONOR CASTELLANO,
 & C.

PRECIOS POR SECCION:
 Sillas 40 cénts.
 Gradas 15

ESTRELLITA CASTRO
 JULIA COLLIS
Amor Triste - Los Reyes - Santa Cecilia - Amor Triste

PEDRO TEROL
 FELIX DE POMES
 SALVADOR E. MARÍ - JUAN CALVO
 GONZALO BUSTOS - ENRIQUE GONZALEZ
 JUANITA BUSTOS - JUAN BUSTOS
 MARCEL BUSTOS - PABLO BUSTOS
 TITULO: HAVI TECHNER
 ESTUDIOS C. E. A. CIUDAD LINEAL

Las nobles y alegres competiciones de los reyes españoles, unidas en un grandioso abanico al sentir la nostalgia de la España

Parque Cinema

Septiembre 6 Domingo

4-15 y 8-30 (numerados)

Continua con clamoroso éxito la película cumbre del cine sonoro

Lo que el Viento se Llevó
 Technicolor M. G. M.

La máxima perfección del Séptimo Arte alcanza, da solo por **LO QUE EL VIENTO SE LLEVO**

Todo el mundo ha de ver **Lo que el Viento se Llevó**

Nota.—Esta película no se proyectará en función femenina ni a otro precio que el mismo del día de su estreno.
 Puede adquirirse su localidad, desde las 12-30 en adelante

Teatro Martínez Montañés 8:30-10:45

Estreno de la maravillosa película C.B.F. en technicolor

La Reina de África
 Toda la perfección del cine americano y las be-

llezas de la selva del Africa, al servicio del aficionado más exigente.
 Elefantes, Cocodrilos y demás fieras de la selva, en lucha por la vida con su enemigo mortal, el hombre.

PROXIMAMENTE:
 Rumbo a Oriente (technicolor) - Juventud que Promete - Detengan a esa Rubia - No me defienda compadre - Risa en el Paraiso - Estrella del Destino ...

Paso a **IVANHOE**, el Paladín del Rey
 Esta película nos trae el relato emocionado de las luchas entre sajones y normandos en la Inglaterra de Ricardo Corazón de León.

NOTA.—Durante los días de proyección de la gran película **Lo que el Viento se Llevó**, las funciones que habitualmente se dan en el Ideal Cinema, se trasladan al Teatro de M. Montañés

Imaginemos una proyección de la primera década del siglo XX. Sábado o domingo de cualquier fiesta de la población. Anochecer. Una plaza o un salón cerrado. Numeroso público hasta colmar el aforo. Una pseudo-pantalla, a base de una sábana colgada de un andamiaje es el componente indispensable para la proyección. La gente se acomoda incómodamente en unos poyetes de obra o en bancos de madera. Muchos más permanecen en pie. Hay una inmensa mayoría de analfabetos, por lo que se quedan a medias cuando aparecen rótulos explicativos de las escenas. Sólo intuyen la trama. Algunos avispados empresarios, dadas las circunstancias, han contratado un explicador, un personaje que va narrando en alta voz lo que ocurre, lo que se dice en los carteles. Pero da igual. Son tan altisonantes los comentarios del público en general que el vocerío anula las cultas explicaciones del relator. No faltan las risas y carcajadas, los comentarios irónicos o a des-tiempo, las groserías o bravuconadas. En esta ocasión se contemplan unos treinta cuadros sin argumento ni conexión entre ellos. Y así, durante una o dos décadas.

Todas estas experiencias fueron las precursoras del cine. Fundamental fue el descubrimiento de la luz eléctrica, base energética para las proyecciones. Con la luz se divulgó el cinematógrafo. Sin la luz no era posible. Así que la cinematografía estuvo desde sus orígenes ligada a la electricidad.

El *cinematógrafo* -el invento que nos ocupa-, se desarrolló con rapidez. Era una nueva forma de ocio, muy lejos de las tertulias de café, de taberna, del ropero o de la rebotica. Aquellas vistas fijas de los experimentos anteriores se transformaron en animadas. Muy pronto ganó sitio a otras diversiones, ocupando el primer espacio de entretenimiento popular. Para las clases medias fue un invento de interés; para las bajas, de puro entretenimiento. No ocurrió lo mismo para con las altas, que lo rechazaron por considerarlo al principio un ensayo chabacano y vulgar. Pero realmente el cinematógrafo se iba a convertir en un medio plural, tanto por los espectadores como por la temática.

La materia inicial fue una continuidad de lo anterior, pero con movimiento, sencillez y corta duración. Así, fueron objeto los paisajes típicos de la geografía nacional e internacional; el ruralismo o la vida urbana; los reportajes de fiestas populares, como ferias, fiestas patronales, procesiones, toros, reportajes de actualidad; o sea, documentales con fines artísticos y culturales... Se pasó de las cintas de veinte metros a las de varios centenares. La duración promocionaba el espectáculo. De aquellos reportajes se pasó a películas con argumento, a pequeñas historias que embaucaban a los espectadores, basadas en leyendas o páginas de nuestro pasado, en la popular zarzuela o en hechos heroicos, en obras clásicas de nuestra literatura...

La nueva situación conllevó el acondicionamiento de los espacios para la proyección. Aumentó la afluencia de público y se necesitaban salas adecuadas. Uno de los primeros pasos -aunque ya se usaban en la etapa anterior-, fue acondicionar los teatros, que apartaron testimonialmente la actividad originaria para convertirse en cines. Los municipios, por su parte, trataron de establecer la nueva actividad dictando ordenanzas municipales para el buen funcionamiento y la correspondiente recaudación tributaria. Y tras las salas cerradas vinieron las abiertas, para el verano, que eran más fáciles de mantener y de montar.

En 1932 llegaba el cine sonoro. Sólo habían pasado poco más de veinte años.

El cinematógrafo en Alcalá la Real

La llegada de la luz eléctrica a nuestra ciudad fue el 1 de febrero de 1899. Toda la casuística expuesta la hallamos en nuestra población. Así, quiero empezar recordando los *cuadros disolventes*, aunque hay noticias vagas de las proyecciones de la linterna mágica. La pantalla se colocaba en mitad de la *plaza del Ayuntamiento*. Para ello se montaba un andamiaje muy rústico y elemental, a base de unas vigas y un respetable lienzo blanco. Me contaba mi padre que la máquina de proyectar se situaba en el balcón principal de las Casas Consistoriales. La transparencia de la sábana permitía que los espantados espectadores se colocaran a un lado u otro, según iban llegando. Endiablado invento para algunos, progreso y modernidad para otros.

Pero no fue exclusivo el espacio abierto de la plaza, porque muy pronto apareció la iniciativa privada, dispuesta a hacer negocio y a ofertar el nuevo entretenimiento a módicos precios. El señor Molero, con una decisión valiente e inusual, instaló un cine mudo en el Pradillo, llamado "*Salón de Actualidades*". Era un discreto espacio en donde se daban



funciones de teatro y variedades. De las actividades reseñadas se acompañan fotografías y programas de mano, que nos introducen en variados detalles. Pero por aquello del rigor científico añadiré algunas noticias sueltas, documentadas. Verbi gracia: en 1907 el alcalde, Valeriano León, anunciaba sesiones nocturnas de cinematógrafo. En 1915, durante la feria, el alcalde, Fernando Belbel, ofrecía sesiones de cinematógrafo público en la plaza, durante los días 24, 25 y 26 de septiembre. En 1918, un tanto de lo mismo por el alcalde Manuel Durán. En 1926, con el alcalde José Benavides, se programaban para el 23 de septiembre “exhibiciones cinematográficas gratuitas”.

El *Teatro Martínez Montañés*, siguiendo la trayectoria de otras salas españolas, también dio paso al cinematógrafo. Al parecer fue construido hacia los años 1862-1863, de nueva planta, por don Francisco de Leyva, procurador de los tribunales del Reino y notario eclesiástico de la Abadía (ya suprimida). Aquel teatro denominado “Principal”, fue inaugurado por la compañía del señor Veas, que puso en escena la obra “Don Francisco de Quevedo”.

El teatro estuvo al poco tiempo dirigido por don Pascual Leyva y Asenjo, que dio una época de esplendor a aquel coliseo. Conocemos que aquel teatro era acogedor, suficiente para las apetencias de esta ciudad. Estaba decorado de un rojo oscuro, tono que se prodigaba en palcos y plateas, en la embocadura, y en las butacas, tapizadas en el mismo color. Se distribuía en tres pisos: patio de butacas con las plateas alrededor, palcos y paraíso, llamado popularmente gallinero o cazuela. Se iluminaba con petróleo.

El edificio se fue abandonando y comenzó a arruinarse, hundiéndose, incluso, la techumbre del escenario. Y no hay bien que por mal no venga. Ante la situación de nuestro teatro, un numeroso grupo de alcaláinos, que pasaba de los cincuenta, se reunió el día 17 de enero de 1915 en el salón de actos de la sociedad “La Paz”, dispuestos a salvar aquella reliquia decimonónica. Fue una citación verbal y cordial. Se dispuso la creación de una sociedad de tipo popular para la compra y restauración del inmueble. La junta interina continuó la gestión con el apoyo de los socios y se aceptó la propuesta de don Antonio Guardia Castellano, cronista oficial de la ciudad, de titular el teatro como de Martínez Montañés.

El 30 de enero de 1916, tuvo lugar la asamblea general en el salón de espectáculos de la sociedad “La Paz”. Se pretendía arbitrar nuevos medios y recursos para lo que quedaba pendiente. Igualmente la confección de un reglamento. Se plantearon obras consistentes en el solado del baldosín hidráulico de la planta baja, entarimado del escenario, plateas, gradas del paraíso, ambigú, tramoya, foso de música, butacas, sillas, tapizado de las divisiones de los palcos, plateas y antepechos, camerinos, pinturas del techo del patio, columnas y molduras de boca-foro, empapelado de palcos, plateas, antepechos, alumbrado, decoración y otros. Estos detalles nos ayudan a reconstruir idealmente lo que era nuestro teatro principal.

El 9 de noviembre de 1916, el teatro de Martínez Montañés abrió al público, poniéndose en escena “Molinos de viento”, del maestro Luna, y “Serafin el Pinturero”, a cargo de la compañía de zarzuela de Santoncha-Codeso. Durante esta etapa nos han llegado noticias imprecisas de la existencia de proyecciones cinematográficas.



PARQUE CINEMA

Alcalá la Real - Teléfono 127

ORGULLOSAMENTE PRESENTA

Desde el Sábado 5 de Septiembre

El estreno en esta Ciudad del mejor espectáculo del mundo

Lo que el Viento se llevó

Versión íntegra cual fué estrenada en EE. UU.

FUNCIONES

Laborables 8'30

Domingos y festivos 4'15 y 8'30

Las localidades se pueden adquirir con 24 horas de anticipación en la taquilla del «Parque Cinema» y el domingo desde las 12'30.

Nota -La Empresa Contreras, tiene organizado viajes desde Frailes y Castillo de Locubin. Igualmente lo hará desde Montelirio y pueblos del recorrido la Empresa Ca no.

Todo el mundo debe ver

LO QUE EL VIENTO SE LLEVO



PARQUE CINEMA

HOY, a las 9 (numerada) y 11

METRÓ GOLDWYN MAYER

PRESENTA

el colosal film en technicolor

Mujercitas

con June Allyson, Peter Lawford, Margaret O'Brien, Elizabeth Taylor, Janet Leigh y Rossano Brazzi.

Cuatro encantadoras «Mujercitas» con sus problemas, sus pesares y sus amores.

La cinta que todas las madres recomiendan a sus hijas. Ni una sola mujer o mujercita alcalaína, debe dejar de ver esta colosal película.

IDEAL CINEMA-A las 9 y 11

CIFESA PRESENTA

UNA DE SUS MEJORES PELICULAS

ALLÁ EN EL RANCHO GRANDE

Hay muchos películas mejicanas, pero ninguna superó en calidad artística y musical a

Allá en el Rancho Grande

¡¡¡NIÑOS!! a las 7 en el PARQUE CINEMA, admirarán la chistosísima película por Stan Laurel y Oliver Hardy, titulada:

MI AMIGO Y YO

BUTACA, DOS PESETAS - GENERAL, UNA

Parque Cinema

HOY, a las 9 (numerada) y 11

Metró Goldwyn Mayer, Presenta

la maravillosa película en technicolor

Mujercitas

con June Allyson, Peter Lawford, Margaret O'Brien, Elizabeth Taylor, Janet Leigh, Rossano Brazzi y Mary Astor.

Un ramillete de artistas en una película maravillosa.

Mujercitas

la historia de una familia feliz

¡Llegó la película que todas las mujeres esperaban!

◆ MUJERCITAS ◆

Ca cinta que todas las madres recomiendan a sus hijas. Ni una sola mujer alcalaína debe quedar sin verla

¡Llegó la película que todas las mujeres esperaban!

◆ MUJERCITAS ◆

Ca cinta que todas las madres recomiendan a sus hijas. Ni una sola mujer alcalaína debe quedar sin verla

Tras diversas obras posteriores, siguieron años de estabilización general, atendiendo las deudas y haciendo nuevas reformas en el edificio y mobiliario. La calefacción llegó en 1927, después de diversos estudios y debates.

Pasada la guerra, en 1954, se exponía la necesidad de obras urgentes, y de importancia, y el cierre, por tanto, del edificio. El proyecto se presentaba en 1956, produciéndose una ampliación del capital, que, después volvió a repetirse en 1958, 1963, 1966... Se sucedieron distintas juntas y diversos arrendatarios. Las obras de reforma, que fueron dirigidas por el arquitecto don Santiago Sanguinetti Lobato, se llevaron a efecto. Y con ellas perdimos aquel edificio decimonónico, elegante y señorial. Desaparecieron las plateas, el anfiteatro, la embocadura del escenario, el paraíso se adaptó, se quitaron los antepechos tapizados de granate, las butacas, el telón con los anuncios (que, por cierto, tenía en su revés folletos pegados de las compañías que habían actuado en aquellas decenas de años); la lámpara y las pinturas del techo, que había pintado la señorita Serrano Montijano, aquellas escenas mitológicas que representaban a las cuatro musas: Euterpe, la de la música; Terpsícore, la de la danza; Melpómene, la de la tragedia; y Talía, la de la comedia.

El teatro volvió a abrirse el cuatro de febrero de 1959. La modesta pantalla se transformó en una de grandes dimensiones, que permitió la proyección en cinemascopio. Ya el cine ocupó la programación mensual, relegando notablemente la actividad teatral, reducida a contadas ocasiones en el invierno y en agosto. Fueron estas décadas de auténtico esplendor para las proyecciones cinematográficas. Con la llegada de la televisión se inició la decadencia. Se firmó un convenio con el Parque Cinema, alternándose en la proyección, para evitar la competencia y asegurar una asistencia regular.

En este estado reformado la obra llegó a nuestros días. Hubo, como ya se ha indicado, un notable descenso de asistencia que provocó que la sociedad propietaria arrendara el teatro a la SINFOR, S.A., aunque hubo que rescindirle poco tiempo después, por impago. Así que en aquellos años ochenta volvió nuestro cine a tener una actividad casi nula. La adquisición de un importante número de acciones por parte del Excmo. Ayuntamiento de Alcalá la Real, y el estado deplorable del edificio, llevaron al máximo accionista -el pueblo alcalaíno- a abordar un nuevo proyecto de restauración, que dirigieron los arquitectos Rodríguez-Moriega Vizcaíno y Sánchez-Cañete Liñán. La reinauguración se produjo en 2003. Hoy continúa ofreciendo cine, en fechas muy concretas.

Pero no crea el lector que esta sala tan importante fue la única. Hubo algunas iniciativas frustradas, como la de Buenaventura Sánchez-Cañete que en 1945 pidió licencia para construir un cine, en un solar de la calle de los Álamos. La obra se inició, pero no llegó a concluirse.

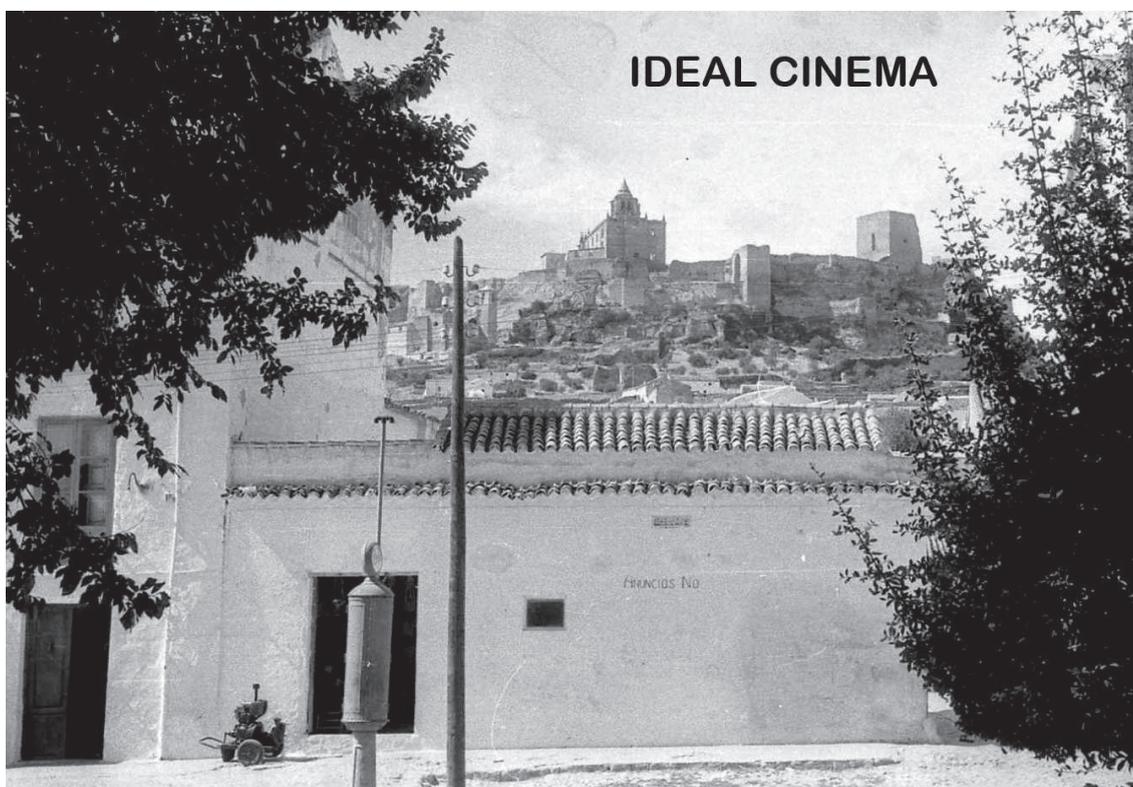
El recordado *Parque Cinema* se abrió, como cine de verano, en 1946, al demandar el público un espacio abierto en donde se soportaban mejor las inclemencias del estío. A los tres años, dado el éxito de la iniciativa, el empresario de aquel cinematógrafo (Jesús Camy) decidió cubrir el inmueble y transformarlo en una sala cerrada. Esto dio pie a una nueva iniciativa: la apertura de otro cine de verano, en 1949, que se denominó *Ideal Cinema*, que estuvo en un gran patio, que era lugar de reparaciones de un taller, propiedad de Manuel Lizana. La pantalla era fija, de obra. Durante el día podías ver el corralón con coches en reparación. Al atardecer, se barría y se regaba el patio; se colocaban sillas y se vendían las entradas para la sesión nocturna. Como las paredes eran relativamente bajas,

los niños subíamos a la plataforma de la Cruz de los Caídos, en el paseo, porque desde allí se vislumbraba la pantalla. Recuerdo a la Silvana Mangano bailando el bayón de Ana. Hay noticias documentadas de obras en la cabina (1950) y de licencia de apertura veraniega en 1951. Pero creo que fueron más los años que funcionó.

Volviendo al Parque Cinema, recordar que en la gestión del mismo destacaron varios empresarios, como el nombrado Jesús Camy Sánchez-Cañete, Federico Suárez Pineda, Antonio Grande Arroyo y Ricardo Martín Campos. Este último, un granadino que contaba con otros cines de la ciudad de la Alhambra, trajo películas de actualidad, muy premiadas, que mantuvieron durante algunos años la afición al séptimo arte. Hay información documentada de la instalación de un grupo electrógeno en 1950, dadas las deficiencias del suministro eléctrico. Sin embargo, la decadencia provocada por la divulgación de la televisión acentuó la crisis del sector. La aparición de desperfectos en el inmueble, adelantó la decisión del cierre. En 1968, el señor Martín Campos pidió licencia de derribo. Se le dio alineación y altura para un edificio de varias plantas y se abrió la actual calle Conde de Tendilla.

En 1957, Juan Sánchez-Cañete Fernández de Moya, hijo de Buenaventura, abordó el proyecto frustrado de su padre. En el espacio interior medio construido de la calle Álamos, acondicionado a las nuevas circunstancias, instaló el conocido Cine Abén Zayde, que pudimos disfrutar más de diez años.

El cine llegó también a las aldeas, citaré al Jardín Cinema, de la Rábita, propiedad de Antonio Zafra Padilla; o el ambulante de Enrique Toro Vilches y su hijo Francisco Toro García, en la Venta de los Agramaderos y otras aldeas.





Tras el cierre de estos cines surgieron nuevas iniciativas, muy concretas y poco duraderas, dándose sesiones en espacios extraordinarios, como el patio del Colegio “Martínez Montañés”, el salón de las Escuelas de la Sagrada Familia, el salón de actos de los Colegios Comarcales, la Terraza Alcalá, o el del Instituto de Enseñanza Secundaria “Alfonso XI”.

Toca ir concluyendo. Ha habido, también, actividades en torno al cine en las últimas décadas del siglo XX. Por ejemplo, las Jornadas Internacionales de Cine, organizadas por la Diputación Provincial; o el ciclo sobre cine titulado Pueblo a Pueblo; o aquellos cursos de Formación Cinematográfica, de la Obra Cultural de Cajasur. Y no han faltado asociaciones que han intentado promocionar el séptimo arte, con conferencias o jornadas formativas, como el Cine Fórum Abén Zayde.

Seguro estoy que los entrados en años recordarán anécdotas desconocidas u olvidadas por este cronista. Es cuestión de adjuntarlas a este artículo cuando haya oportunidad.

Trimestre de nacimiento y su influencia en los resultados académicos del alumnado de secundaria

José Hidalgo Romero

Profesor de Matemáticas del IES Antonio de Mendoza

Para empezar, quisiera agradecer a los jefes de departamento de Formación, Evaluación e innovación y las directivas de los centros que han colaborado en este estudio aportando los datos necesarios para elaborar las estadísticas que se muestran a continuación. Los resultados se refieren a 7 centros de educación secundaria y bachillerato de la zona sur de Jaén. En total se han contado con un total de 672 alumnos de 2º ESO y de 4º ESO para la extracción de los resultados de este estudio.

El objetivo primordial cuando se analizan determinados datos, debe ser la creación de dinámicas de mejora derivadas de las reflexiones llevadas a cabo en los centros educativos, o instancias superiores. Deben ir siempre enfocados a mejorar los déficits detectados en el alumnado, el propio centro, el profesorado o incluso el sistema educativo.

Tras el análisis de varios informes sobre las pruebas de diagnóstico en las que entre otros factores, se atendía a clasificar los resultados en función del trimestre de nacimiento, y observando que afecta de manera relevante en el progreso de los alumnos, resulta interesante saber hasta que punto llegan estas diferencias como consecuencia de este factor inevitable.

Las conclusiones que se extraen en este artículo parecen indicar que el trimestre de nacimiento no influye de manera decisiva en la vida académica de nuestro alumnado, pero si tiene consecuencias todavía más graves que las vislumbradas en los resultados de los informes ESCALA o PED de los últimos cursos, en los que únicamente se apunta a que afecta en una diferencia de puntuación en las competencias analizadas. Estas consecuencias no afectarán de igual manera a todo el alumnado, pero si, en menor o mayor medida, a una buena parte de los nacidos en los últimos trimestres del año.

Además, lo que parece más grave es, que uno de los factores en los que desemboca esta diferencia tenga precisamente un componente emocional, con la consecuente dificultad a la hora de detectarlo y por supuesto subsanarlo, ya que estos factores pasan totalmente desapercibidos. Para empezar, veamos los resultados de las pruebas de evaluación y diagnóstico (PED) realizadas por la AGAEVE (agencia andaluza de evaluación educativa) en el curso 2011/12, que se puede encontrar en la página web de la propia agencia (www.agaeve.es).

Nos detenemos en la estadística que se refiere a los resultados en las tres competencias que se evaluaron, razonamiento matemático, competencia lingüística y competencia cultural y artística, diferenciadas por trimestres de nacimiento. Las ilustraciones 1 y 2 muestran los resultados en las pruebas de 4º de primaria y de 2º de secundaria respectivamente.

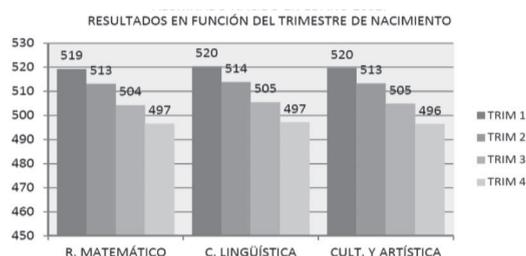


Ilustración 1: Resultados en las pruebas de alumnos de 4º de Primaria

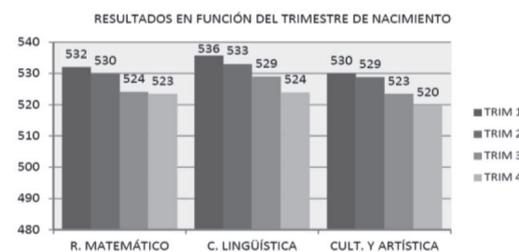


Ilustración 1: Resultados en las pruebas de alumnos de 2º de Secundaria

Para poder interpretar correctamente las tablas, la AGAEVE, en lugar de ofrecer las puntuaciones de 0 a 10 como estamos acostumbrados, lo que hace es distribuir las puntuaciones de manera que la media aritmética sea 500 y la desviación típica sea 100. Así por ejemplo, el valor 519 correspondiente a razonamiento matemático de los alumnos nacidos en el primer trimestre, quiere decir que estos están 19 puntos por encima de la media en esta competencia, y que si un grupo tuviera un promedio de 400 puntos querría decir que es bastante malo.

Deteniéndonos a analizar los resultados de las gráficas, se puede observar en primer lugar que da prácticamente igual la competencia estudiada ya que las diferencias son prácticamente iguales. En segundo lugar, queda claro que hay una relación muy estrecha entre la fecha de nacimiento y el nivel de adquisición de las competencias. Y en tercer y último lugar, se puede ver que esa diferencia con el transcurso de los años se suaviza, ya que las puntuaciones pasan de unos 23 puntos en la prueba de primaria, a 10 puntos en la de secundaria.

Debemos puntualizar que el estudio de la Agencia de Evaluación no tiene ningún margen de error ya que se realiza sobre todos los alumnos de Andalucía, tanto de los centros públicos, como concertados y privados. La siguiente cuestión a plantear sería si las consecuencias de esta diferencia se quedan ahí o si por el contrario van a más. Es por ello que durante los dos últimos cursos académicos hemos analizado en el IES Antonio de Mendoza el porcentaje de repetidores en la etapa de secundaria y la nota media de titulación de 4º de ESO, obteniendo resultados que apuntan en la misma dirección, pero que hacen pensar que esas diferencias generadas por el trimestre de nacimiento son más graves aún que las pequeñas diferencias en los informes antes mencionados, que simplemente exponían una pequeña diferencia de puntuación entre los alumnos según el trimestre en el que habían nacido.

En primer lugar, en cuanto al número de repetidores distribuidos por trimestre de nacimiento, los resultados obtenidos eran concluyentes. Para empezar, el porcentaje de repetidores entre los alumnos del tercer y cuarto trimestre era prácticamente el doble que los de los dos primeros, en concreto, de entre los nacidos en los dos últimos trimestres el número de repetidores superaba el 40% (es decir, 4 de cada 10 alumnos nacidos en el tercer o el cuarto trimestre habían repetido al menos una vez), cosa que no ocurría entre los alumnos de los dos primeros trimestres, que superaba levemente el 20%.

En segundo lugar, en cuanto a las notas medias de los alumnos que alcanzaban la titulación en 4º de ESO, es decir, alumnos que han evolucionado bien en el sistema educativo

ya que han conseguido concluir la etapa (hayan repetido o no), también se apreciaba una diferencia de notas importante entre unos y otros, alcanzando casi un punto de diferencia en un curso, y en el siguiente de un poco más de medio punto.

Como es obvio, los resultados obtenidos en un solo centro no son representativos de todo el sistema educativo andaluz, y por tanto nos planteamos hacer un estudio más amplio. Por ello se ha pedido la colaboración de varios centros educativos de la zona, para que, tratando una mayor cantidad de datos podamos corroborar los resultados obtenidos en nuestro centro, o si por el contrario, al aumentar el número de alumnos se contradicen.

RESULTADOS EN LOS CENTROS PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO: Para determinar si el trimestre de nacimiento sigue siendo un factor clave en secundaria, o incluso si se producen más diferencias en otros aspectos en el desarrollo académico de nuestros alumnos, se han analizado: – Porcentaje de repetidores con respecto al total de los alumnos repetidores según el trimestre de nacimiento, es decir, de todos los alumnos que han repetido al menos una vez, ¿qué porcentaje corresponde a cada trimestre? (Ilustración 3)

– Porcentaje de repetidores según el trimestre en el que hayan nacido, es decir, dentro de un trimestre ¿qué porcentaje de alumnos han repetido alguna vez? (Ilustración 4)

– Nota media de los alumnos que alcanzan el título de educación secundaria según el trimestre de nacimiento. (Ilustración 5)

– Notas medias de los alumnos de 4º de ESO que titulan según el trimestre de nacimiento y el número de veces que ha repetido. (Ilustración 6) Para empezar, analicemos de todos los repetidores como se reparten por trimestres de nacimiento.

Porcentaje de repetidores clasificados por trimestre de nacimiento

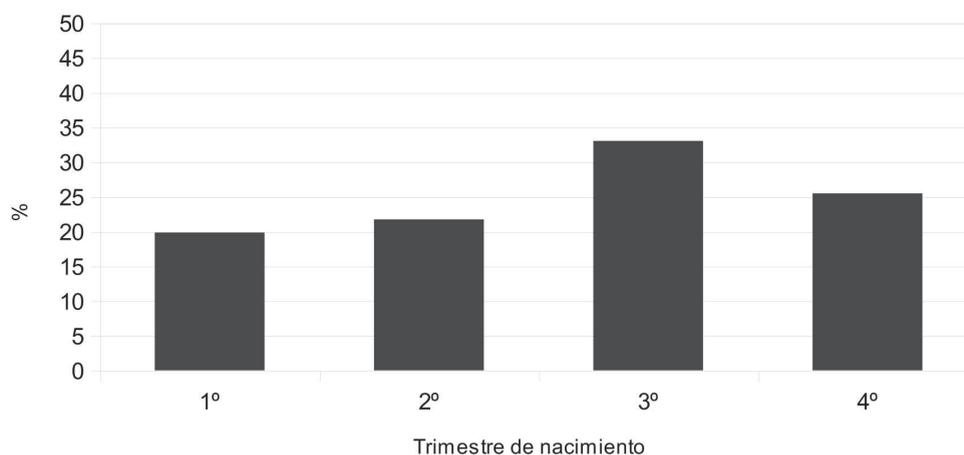


Ilustración 3: Porcentaje de repetidores por trimestre

Es clarísima la tendencia hacia los últimos trimestres en cuanto a porcentaje de repetidores. En concreto, en los nacidos en el primer semestre se acumulan un 41% de los repetidores, mientras que en los dos últimos el porcentaje llega al 59%. Por lo que la diferencia es considerable. Hay un 20% más de alumnos de los nacidos en el tercer y cuarto trimestre que han repetido, simplemente por ese hándicap.

Por otro lado, el porcentaje de repetidores en cada trimestre también es muy significativo, la siguiente gráfica muestra el tanto por ciento de alumnos que han repetido algún curso de entre los 50 alumnos de su mismo trimestre de nacimiento, y los resultados son aún más diferenciados.

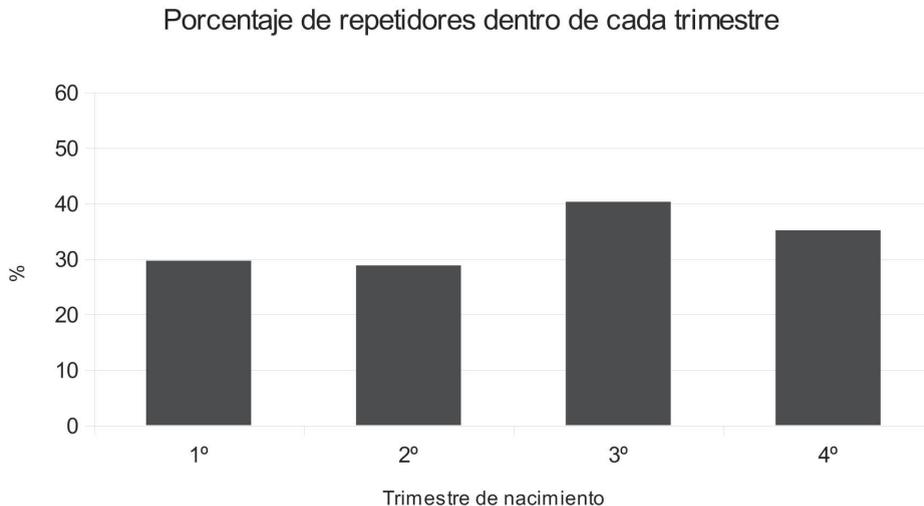


Ilustración 4: Porcentaje de repetidores dentro del mismo trimestre de nacimiento

De nuevo nos encontramos con que de entre los alumnos nacidos en el primer o segundo trimestre, los que han repetido alguna vez no llegan al 30%, o sea, que son menos de 3 de cada 10. Mientras que en el tercer trimestre alcanza el 40%, es decir, que de los alumnos en el tercer trimestre de cada 10 han repetido alguna vez 4. Mientras que en el cuarto trimestre también llega al 35% de repetidores. De nuevo, estamos hablando de un 10% más de alumnos en cada trimestre que no progresan como el sistema planea.

Para terminar, las notas medias de los alumnos que titulan en 4o de eso, puesto que en teoría son los alumnos que han conseguido concluir la secundaria con éxito, nos puede indicar si con esa edad las diferencias aún se siguen produciendo.

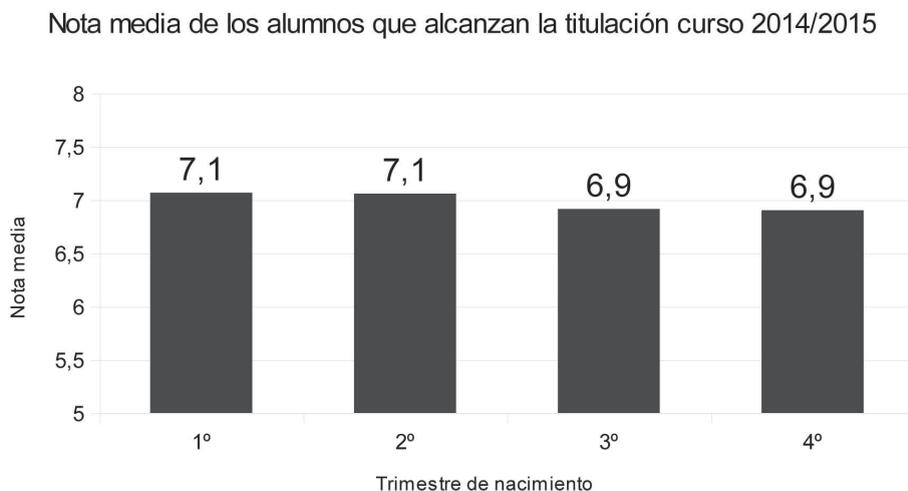
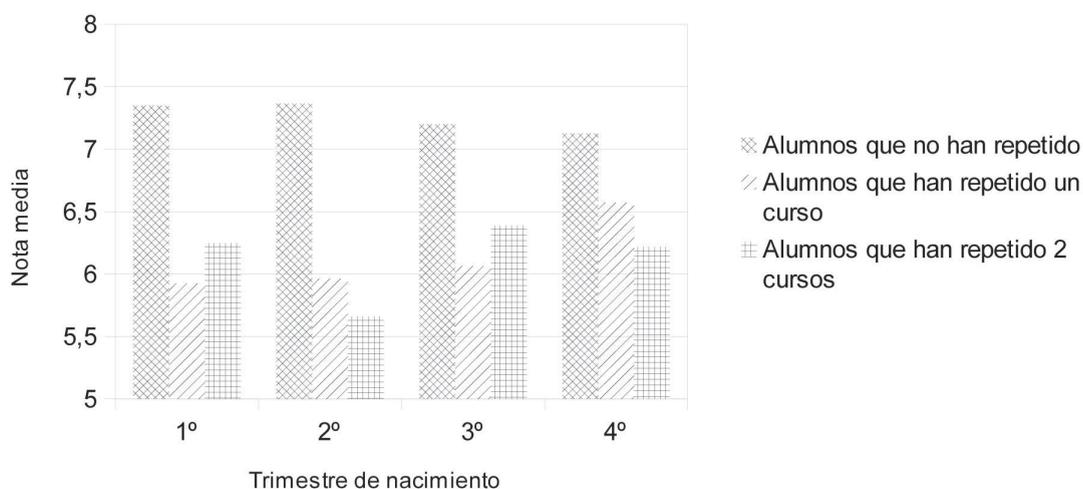


Ilustración 5: Nota media al finalizar la educación secundaria

Aquí se puede ver que los resultados se parecen a lo que cabría esperar, y parecen muy similares. Aunque es curioso que se produzca la misma diferencia de dos décimas entre los nacidos al comienzo del año y los nacidos al final. Al ser tan escasa podemos concluir, que aunque alguna diferencia se arrastra aún, es insignificante. Aún así, ¿que es lo que hace que sean más bajas esas notas?, ¿habrá mayores diferencias entre los que no han repetido nunca y los que han repetido alguna vez?. Para ampliar un poco la visión, a continuación se exponen esos resultados.

Nota media clasificada por años repetidos



Se sigue apreciando cierta diferencia entre los que no han repetido nunca (los que supuestamente han progresado bien en el sistema educativo tal y como está planteado), un poco más pronunciada, por lo que vuelve a surgir la pregunta de qué diferencia habrá entre unos y otros. Por otro lado, lo que es más llamativo es que de entre los que han repetido alguna vez, los mejores resultados son los de aquellos alumnos que nacieron en el cuarto y tercer trimestre, llegando en algún caso a haber una diferencia de más de un punto. O sea, que de los repetidores, los mejores son los que nacieron al final del trimestre, es decir, que de alguna manera son los que menos se merecían haber repetido curso.

Con todo, se pueden hacer determinadas conjeturas sobre las posibles causas.

CAUSAS: Si nos queremos aventurar a analizar los motivos, es difícil dar una interpretación sin entrar en el terreno de las especulaciones y teorías por demostrar.

Para empezar, uno de los factores más importantes a tener en cuenta y que está bastante estudiado y tratado, consiste en el desarrollo cognitivo del alumnado. Lo que dicen los expertos en la materia es que en los primeros años de escolarización la diferencia de la capacidad de aprender puede variar mucho según diversos factores, entre ellos la fecha de nacimiento. Los alumnos nacidos a principio de año suelen tener más desarrollada esta destreza que los nacidos a finales de año, lo cual es bastante lógico ya que hay prácticamente 1 año de diferencia entre unos y otros, esto hace que la diferencia de desarrollo

cognitivo como consecuencia de este factor sea bastante elevado. Según varios estudios, el desarrollo cognitivo se va igualando progresivamente hasta que los niños alcanzan los 7 u 8 años de edad.

Ahora bien, si esto es así, porqué los alumnos de 4º de primaria (10 años) muestran las diferencias de la ilustración 1 (unos 20 puntos de diferencia). Y aunque como se puede apreciar en la ilustración 2, estas diferencias se atenúan (se quedan en 10 puntos aproximadamente de diferencia), siguen existiendo en secundaria cuando los alumnos ya tienen 14 años, como se puede corroborar también en las ilustraciones 3 y 4 en lo que se refiere al número repetidores, y en menor grado en la ilustración 6 en cuanto a la nota media de secundaria, cuando hemos visto que los alumnos repetidores de finales de año obtienen mejores resultados que los repetidores del primer semestre.

Presuponiendo que, tanto en los informes que realiza la AGAEVE, como los que se han realizado para este estudio, los “mejores” y “peores” alumnos académicamente hablando, los que tienen mayor y menor índice sociocultural, los alumnos acogidos a alguna adaptación curricular, etc... deben estar repartidos uniformemente en los tres trimestres, la pregunta es obvia, ¿a qué se deberá esta diferencia?

¿Será consecuencia de que siguen existiendo diferencia en su desarrollo cognitivo? ¿se producirá algún tipo de desfase curricular que se va arrastrando curso tras curso? ¿el nivel de autoestima y confianza en sí mismos alcanzado por los alumnos nacidos a principios de año en los primeros cursos afectará de forma positiva en los cursos siguientes?

–Diferencia de desarrollo cognitivo. Como ya se ha comentado anteriormente influye en los primeros años de vida académica y provoca un reflejo en los resultados posteriores, que puede ser debido, entre otras, a las causas siguientes.

–Diferencia de conocimientos y capacidades adquiridos y que se arrastra curso tras curso, provocando en el peor de los casos una repetición de curso o peores resultados académicos en general. Este factor no debería ser clave a la hora de desembocar en la repetición del alumno, pues sería lógico pensar que estas capacidades o conocimientos no adquiridos podrían provocar un peor resultado en las diversas pruebas, pero sería raro que tal y como está planteado nuestro sistema educativo hasta la finalización de la etapa de secundaria, este hecho llevara a repetir a un alumno.

–Autoconcepto y nivel de confianza en sí mismo. Mucho más elevado en el alumnado de principios de año. Estos se pasan los primeros años de su vida académica escuchando *¡muy bien!*, *¡Perfecto!*, *¡Genial!*, en definitiva se les refuerza constantemente el “tú eres capaz y lo vas a hacer bien”, lo cual desemboca en una mayor confianza a la hora de afrontar la diversidad de problemas que el currículo educativo le va exigiendo. Por otra parte, en los alumnos de la otra parte, puede ir produciendo el efecto contrario, es lógico pensar que a estos les llegue menor cantidad mensajes que aumenten su autoconcepto y que se genere tal nivel de desconfianza que les lleven a la percepción errónea, pero definitiva, del *¡Yo no soy capaz!* Y como consecuencia puede llevar a empeorar su rendimiento.

En este sentido parece apuntar la ilustración 7, ya que de los que han repetido, los que mejor expediente logran son los alumnos del último trimestre del año y con bastante diferencia como se puede apreciar, o sea, que parece que estos alumnos repitieron pero un porcentaje de ellos está al mismo nivel de los que titulan sin repetir (hay que tener en cuenta que si los alumnos que han repetido el cuarto trimestre alcanzan una media de 6,6

y como se ve en los de los demás trimestres, los alumnos con dificultades están sobre el 6, eso será debido a que parte de estos alumnos de final de año tienen una nota superior a 7, lo que indica que están al nivel de los que no han repetido ningún curso). Lo que nos sugiere que estos alumnos debían estar escolarizados un año después para estar más ajustados a su nivel de desarrollo cognitivo, o que, de alguna manera, si se pudiera conseguir que su percepción sobre sus capacidades no influyera de manera negativa en su desarrollo académico, probablemente no se verían afectados por el hecho de haber nacido al final del año.

Puede que haya otras circunstancias que influyan, pero de lo que no cabe duda, es que todas estas afectan en mayor o menor grado, y que ello es lo que provoca estas diferencias en los indicadores analizados tanto por la AGAEVE como en estos 7 centros de Jaén. Por supuesto, no afectarían por igual a todo el alumnado que se encuentra en esta situación. Una parte no lo notaría y desarrollan su vida académica sin problemas, indiferentemente de cuando hayan nacido. Habría otro porcentaje que si se vería más perjudicado pero que salvaría las dificultades, con mayor o menor éxito, pero que en ningún caso se diferenciaría de los demás alumnos de su promoción, salvo quizás en una ligera variación en la nota media al titular en secundaria. Y por último, quedaría un último grupo que serían los que provocan esta diferencia en los datos analizados, aquellos que acabarían repitiendo curso o incluso saliendo de forma temprana del sistema educativo.

Tras todo lo expuesto, se puede asegurar que, como además es lógico pensar, los alumnos nacidos en el tercer y cuarto trimestre muestran peores resultados en los distintos estudios vistos, como consecuencia única y exclusivamente de la organización del sistema educativo. Por lo tanto se puede afirmar que los alumnos nacidos en los dos últimos trimestres del de año juegan con una ligera desventaja.

Para evitar estos males, tendríamos que pensar en una organización distinta del sistema educativo que, por ejemplo, agrupar los cursos en semestres en lugar de hacerlo anualmente. Como esa opción es bastante utópica, el sistema va a seguir como hasta ahora, y por lo tanto habrá que tener claro que el que un alumno repita a edad temprana no es en ningún caso un fracaso, es justo lo contrario, un ajuste para colocarlo con los compañeros que tienen igual capacidad para aprender y conseguir así ponerlo en un escalón que se corresponde con su nivel de desarrollo cognitivo. Además, no debemos olvidar que en estos casos es muy importante tener en cuenta el autoconcepto del alumnado, apoyarlo y animarlo en todas las situaciones para que cuando la capacidad de aprender se iguale (como consecuencia del transcurso de los años o por haber repetido) no siga estando en desventaja con los demás por la propia opinión que tenga de sí mismo.

En busca de la relatividad general (III)

J. Ramón Linares

Departamento de Matemáticas. IES Antonio de Mendoza

A quienes intuyen más de lo que el ojo alcanza.

PREFACIO

“La teoría de la Relatividad General constituyó el último paso en el desarrollo del programa de la Teoría de Campos... La inercia, la gravitación, y el comportamiento métrico de cuerpos y relojes fueron sintetizados en una única cualidad del Campo...”

Albert Einstein, en la revista *Die Naturwissenschaften*, 1927

Con ocasión del bicentenario de la muerte de Newton, y tras rendir homenaje a sus logros, Einstein resumía en estas pocas, pero muy bien elegidas palabras, el gran avance conceptual que subyace en su nuevo diseño relativista para los pilares de la Mecánica, que hubo de reconstruir cuando los pilares diseñados por Newton resultaron derruidos por incongruencias, internas unas y externas otras (electromagnetismo de Maxwell).

Los defectos estructurales de los pilares de la mecánica de Newton han quedado recogidos en las tablas del ensayo II de esta serie, en el número anterior de la revista. Aconsejo una relectura reflexiva antes de comenzar a leer este tercer ensayo, también para que se pueda retomar el hilo del relato poético-cómico, dividido entre los ensayos (en actos cual opereta o zarzuela) y que suele entretener (¡menos mal!). Agradezco a los lectores su paciencia, como siempre, y les ruego disculpen todo error en este osado intento de escribir algo en homenaje a Einstein y a sus colegas geómetras para el centenario de la Relatividad General (1915-1916).

INTERLUDIO: *La caída del pilar de la acción instantánea a distancia...*

Sigamos la redacción del propio Einstein en la bibliografía [1]: “... la mecánica de Newton recibió su primer golpe de la teoría de Maxwell. Se había llegado a comprender con claridad que las interacciones eléctricas y magnéticas entre los cuerpos no eran debidas a fuerzas que operasen de modo instantáneo y a distancia, sino a procesos que se propagan a través del espacio a velocidad finita... Junto a la masa puntual y su movimiento, surgió aquí, de acuerdo con el concepto de Faraday, una nueva especie de realidad física, o sea, el “campo”... Se intentó interpretar el campo como un estado mecánico (de vibración o tensión) de un medio hipotético (éter) que llena el espacio... A pesar de los más obstinados esfuerzos, esta interpretación no resultó adecuada... Según Lorentz, el único sustrato del campo es el espacio físico vacío... mas si el campo electromagnético existe como onda independiente de la fuente material (velocidad de la luz invariante, relatividad especial) la interacción electrostática no puede ser explicada ya como acción

instantánea a distancia... Y lo que era verdad para la acción eléctrica no podría ser negado para la gravedad...”

ACTO II: El Torneo de los Románticos

(Primeras horas de la tarde. El lindero de un gran Bosque de abetos abraza un amplio espacio despejado al borde de un talud, abierto a una magnífica vista de las montañas nevadas. Rayos de luz rojizos y dorados se filtran entre los árboles cercanos. Varios grupos están hablando por separado.)

GROSSMANN: Parece que aún no ha comenzado el Torneo entre Artes y Ciencias, instigado por la Sombra del Helheim. Veo a la amable Gilwen “Estrella de las Nieves”, regente de los Elfos del Bosque Alpino. Nos presentaremos y sabremos más noticias.

(Se dirigen a Gilwen, ataviada de verde y blanco, con estrellas de plata en los cabellos castaños)

LA DAMA GILWEN: ¡Bienvenidos, Altos Eldar y sabios huéspedes! Lamento que las circunstancias no sean propicias para conversar con sosiego. Es necesario celebrar de inmediato el Torneo y evitar mayores consecuencias, pues de lo contrario me temo que la tan deseada Fiesta del Reencuentro se disolverá, dejándonos un amargo sabor. Aún no hemos hallado un jurado que satisfaga a ambas partes, tan confusos nos sentimos.

EINSTEIN: *(saludando cortés)* Si me permitís, sugiero como jurado a nuestros tres Altos Elfos de la Poesía, la Ciencia y la Música, junto a mi persona. La distribución sería perfectamente equilibrada y quizá ambas partes la acepten sin recelo alguno. ¿Estáis de acuerdo vosotros mismos, nobles Eldar? *(Los tres Eldar, Felix, Sophia y Gottlieb, asienten, y la Dama envía emisarios con la sugerencia a cada grupo).*

LA DAMA GILWEN: *(tras la vuelta de los emisarios, aliviada)* Ambas partes aceptan. Vuestra afamada capacidad de análisis imparcial y ecuánime ha procurado el milagro, profesor Einstein. Os lo agradecemos profundamente y lo dejamos en vuestras manos. Puedo marchar tranquila a terminar los preparativos de la *Mereth*. He aquí nuestro heraldo, que os ayudará. Restaurad la paz lo antes posible, os lo ruego. ¡Hasta pronto!. *(Se retira)*

EL ELFO HERALDO: *(tras un breve sorteo de nombres)* El destino ha querido que este Torneo cuente con los geómetras Christoffel, Ricci, y Lèvi-Civita, de un lado, y del otro con los poetas Keats, Byron y Shelley. Sea respetado el uso de la palabra y asumida la inapelable decisión del jurado. Bienvenidos todos, ¡salve!... *(se disponen en círculo sobre la hierba mullida dejando un espacio central)* Comienza Elwin Christoffel...

CHRISTOFFEL: ¡Salud a todos, compañeros!... Allá por 1869 [2] no estaba investigando curvas ni aceleraciones, sino **cambios de coordenadas** que dejaran **invariantes** ciertos campos tensoriales, como por ejemplo la **métrica de Riemann**, en mi trabajo “Sobre las transformaciones de las formas diferenciales homogéneas de 2º grado”:

$$\sum_{i,j} g_{ij}(x^k) dx^i dx^j = \sum_{a,b} g_{ab}(q^c) dq^a dq^b \text{ g definida positiva}$$

Si nos restringimos a investigar tan sólo **transformaciones lineales** infinitesimales

(supone considerar el espacio tangente a la variedad en un punto fijo, aunque arbitrario) se obtienen las conocidas **leyes tensoriales** para “velocidades” (derivadas de 1º orden) donde el **cambio de base** viene dado por una **diferencial** expresada como matriz jacobiana.

Pero si admitimos [2] **transformaciones afines** infinitesimales, entonces surgen leyes no-tensoriales que apuntan a un vínculo con la noción de aceleración. La primera fórmula explícita que obtuve para los símbolos que llevan mi nombre resultó difícil de interpretar hasta la muy posterior llegada del trabajo de Lèvi-Civita. Sin embargo, las reglas de **cambio de coordenadas** para estas funciones “símbolos de Christoffel” son:

$$\tilde{\Gamma}_{ab}^c = \sum_{i,j,k} \frac{\partial q^c}{\partial x^k} \Gamma_{ij}^k \frac{\partial x^i}{\partial q^a} \cdot \frac{\partial x^j}{\partial q^b} + \sum_p \frac{\partial q^c}{\partial x^p} \cdot \frac{\partial^2 x^p}{\partial q^a \partial q^b}$$

Donde se ve que el primer sumatorio es de tipo multilineal (tensorial) mientras el segundo (afin) parece involucrar **información** sobre **aceleraciones geométricas** (derivadas parciales de 2º orden respecto a los parámetros geométricos) entre distintos **sistemas de coordenadas**. De aquí se deduce que, en el caso más general, los “símbolos de Christoffel” NO podrían ser componentes de ningún campo tensorial. En este primer momento del descubrimiento nadie fue capaz de concretar qué clase de objeto conformaban.

A la luz de los trabajos de Gauss sobre superficies, y reinterpretando derivadas de la parametrización $r = r(x)$ (ver Nota 1), como velocidades y aceleraciones “geométricas”, se logra una primera fórmula explícita [3], válida en **subvariedades**, para los “símbolos de Christoffel”, identificables como **proyecciones** (vía métrica de la subvariedad) de **aceleraciones parciales coordenadas** sobre las **velocidades parciales coordenadas** que constituyen la referencia “móvil” de Darboux:

$$\Gamma_{ij}^k(x) = \sum_m g^{km}(x) \frac{\partial \vec{r}(x)}{\partial x^m} \circ \frac{\partial^2 \vec{r}(x)}{\partial x^i \partial x^j} = \sum_m g^{km}(x) \vec{e}_m(x) \circ \partial_i \vec{e}_j(x)$$

Los n^3 “símbolos de Christoffel” son funciones componentes de cierto operador NO tensorial que portan información geométrica sobre la **aceleración** de la **referencia coordinada** (referencia “móvil” en el sentido intuido por Darboux) vista internamente desde la variedad de dimensión n (punto de vista **intrínseco**).

Nota 1: en Física no se llama parametrización, sino “función vector posición $r = r(x)$ ”. Su imagen es la superficie o subvariedad, y sus argumentos, las coordenadas del sistema vistas como parámetros. El uso de una parametrización supone conocer de antemano la subvariedad como “ligadura”.

FELIX: Disteis un gran paso para resolver el problema de la relatividad de las referencias, hallando la expresión más general para cambios infinitesimales de coordenadas que respetan el cuadrado de la **longitud de arco** “espacial” o **métrica de Riemann** (o sea, distancias y ángulos). Mas ¿qué hay del correr del tiempo?... ¿cómo se incorpora?.

CHRISTOFFEL: Mi idea era bastante buena, mas no daba para tanto. Consistía en una descripción completamente “**estática**”, pues a partir del arco Riemanniano sólo se

podrían construir **invariantes métricos independientes del tiempo**. Era preciso ampliar mi trabajo con otra herramienta geométrica novedosa, más potente, para definir y tratar **invariantes “dinámicos”** e incorporar la relatividad del **movimiento**.

SOPHIA: Comprendo, os hallabais en un estadio similar a las Artes Plásticas. Poseen una relatividad “estática”. Por ejemplo, a partir de las proyecciones planas (alzado, planta, perfil) de un cuerpo se puede reconstruir la estructura 3D, pues la información intrínseca relevante reside en los **invariantes euclídeos** (distancias, ángulos). Pero al igual que sucede en las Artes Plásticas, vuestras proyecciones eran (en aquel momento) inmutables e independientes del tiempo, caso que no es suficientemente general en Física.

EL ELFO HERALDO: ¡Joven Keats, vuestro turno!

KEATS: ¡Salud, amigos!. Escuchando vuestra idea, me he sentido raramente identificado. Mi obra se centró casi siempre en “estáticas” descripciones de sentimientos apacibles e imágenes plásticas. Os ofrezco un fragmento de mi “Oda a un ánfora griega”:

¡Oh Ática armonía! ¡Hermoso mármol!
De jóvenes y doncellas cincelado,
con ramas del bosque y hollada hierba;
Silente forma, que a la razón hostigas
como lo Eterno: ¡Pastoral Impasible!.
Cuando esta Edad cumpla su tiempo
pervivirás aún, en medio de otras cuitas,
Amiga de lo Humano, a quién dirás:
“Belleza es la verdad, verdad lo bello”
Otro saber no tienes ni precisas...

EL ELFO HERALDO: ¡Jueces del Torneo, sopesad bien vuestras opiniones! (*los jueces comentan entre ellos en voz baja*) Continúa el profesor Ricci-Curbastro...

RICCI: (*con calidez*) ¡Os saludo cordialmente!... Es un honor recorrer una vez más con vosotros el camino, a veces tan arduo, que me llevó, desde 1884 hasta 1893, a construir el “Cálculo Diferencial absoluto”.

GOTTLIEB: Un momento... tenía entendido que el cálculo diferencial se encontraba ya plenamente desarrollado, incluso en varias variables, desde las obras de Newton y Leibnitz, así como sus aplicaciones fueron exploradas en los trabajos de los Bernoulli, Legendre, Monge, Lagrange, Laplace ... hasta culminar en el gran Gauss. ¿No es así?.

RICCI: (*serio*) No seré yo quien disminuya un ápice el mérito de los más grandes autores, sobre los que se basa mi trabajo. Baste señalar aquí que ellos utilizan derivadas y diferenciales definidas esencialmente en espacios normados “rígidos”, y después las particularizan o restringen con algún proceso ingenioso a subconjuntos “flexionados” del espacio original. Pero este método, que llamaremos “derivación extrínseca”, no es suficientemente general ni adecuado para construir una buena Teoría de Campos.

EINSTEIN: (*muy animado, interrumpe sin poder contenerse*) ¡Eso es! El objetivo es una **Teoría de Campos intrínseca a Espacios Curvos**... permitidme un apunte: el problema reside en que las derivadas “extrínsecas” heredan siempre la “rigidez” del espacio “ambiente” donde se definen, espacio “contenedor” del subconjunto “flexionado” que nos

interesa, llamado originariamente por Riemann “n-multiplicidad” en su lección magistral ante el tribunal presidido por Gauss: “Sobre las hipótesis que subyacen a los Fundamentos de la Geometría”. Hoy lo llamamos variedad diferenciable de dimensión n.

RIEMANN: (*interviene por alusión, todo el rato ha guardado silencio dado su tímido carácter*) Cierto...; seguramente inspirado por el “Theorema Egregium” de mi maestro Gauss, que pudo reformular **la métrica desde el interior de la subvariedad**, planteé la siguiente solución: **definir la misma variedad y su curvatura “intrínsecamente”, prescindiendo del espacio “ambiente”**. La derivada intrínseca que necesitamos **ha de adaptarse eficazmente a la forma de la variedad** tal como vosotros, Elfos esquiadores, intentabais adaptaros al perfil de la superficie nevada en la Montaña Mágica... (*Los Altos Elfos sonríen*).

RICCI: (*con entusiasmo*) Te agradezco las aclaraciones, pues, aparte de heredar las propiedades operacionales de toda **derivación** (linealidades y regla del producto), el rasgo básico que debe ostentar la derivada que buscamos es el carácter **“intrínseco”** que habéis comentado; una condición necesaria para ello es la conservación de la tangencialidad: el resultado de derivar un campo tangente a una variedad ha de ser también campo tangente a dicha variedad. (*Felix ríe abiertamente, recordando su desastroso salto de esquí*).

Por otro lado yo preferí llamar **“absoluta”** [2] a esta derivada por la relevancia de **mantener la misma expresión formal en todas las referencias** posibles inducidas por sistemas de **coordenadas** sobre la variedad (relatividad de las referencias coordenadas). En último lugar, se le exige tener un carácter **“covariante”**, lo cual aquí significa que la derivada de un campo tensorial debe también ser campo tensorial (ver nota 2).

Así pues, podemos hallar en la bibliografía tres denominaciones para una misma derivación operativa: intrínseca, absoluta, y la más usual, **derivada covariante**. Os muestro pues [4, 5] un esquema resumen sobre la derivada covariante (ver también Anexo I).

Nota 2: en el fondo, el carácter **covariante** también implicaría los otros dos aspectos, pues se supone que todo tensor como tal debe estar **bien definido** sobre un espacio vectorial (en este caso, el tangente a la variedad en cada punto) y admitir representación válida en **cualquier** referencia coordenada.

La **derivada “covariante”** ∇_V de cualquier **campo vectorial** \mathbf{X} se puede calcular a lo largo de una **curva integral** $\beta(t)$ de otro **campo vectorial** \mathbf{V}

$$\nabla_{\mathbf{V}} \mathbf{X} = \left(\frac{dX^k}{dt} + \frac{dq^i}{dt} \Gamma_{ij}^k X^j \right) \mathbf{e}_k \quad \mathbf{V} = \dot{\beta}(t)$$

En concreto, la **derivada covariante** de un campo de **velocidades a lo largo de su propia curva integral** proporciona su **aceleración covariante**.

$$\nabla_{\mathbf{V}} \mathbf{V} = \left(\frac{d^2 q^k}{dt^2} + \Gamma_{ij}^k \frac{dq^i}{dt} \frac{dq^j}{dt} \right) \mathbf{e}_k \quad \mathbf{V} = \dot{\beta}(t)$$

Desde un punto de vista matemático, esta **fórmula general, válida en cualquier referencia coordenada**, resuelve el problema de las “pseudofuerzas”, acogiéndolas en un mismo **formalismo**, que involucra toda la **información geométrica** relevante sobre **aceleración** de la **referencia coordenada** implicada.

Estudiando diversos ejemplos comenzó a aclararse que se trata de un potente formalismo que engloba en una misma fórmula todos los términos conocidos (tipo centrípeto, Coriolis, etc) de la **aceleración**, expresados en **cualquier** referencia coordinada.

GOTTLIEB: (*admirado*) Entonces, si no he entendido mal, sois vos quien habéis resuelto por completo el complicado problema de la relatividad de las referencias coordinadas en Física. ¡Es un descubrimiento formidable!

RICCI: (*pensativo*) No deseo atribuirme méritos que no me corresponden. Esta derivada covariante que se construye a partir de símbolos de Christoffel que dejan invariante una **métrica de Riemann** (definida positiva) resuelve el problema de las “pseudofuerzas”, pero sólo respecto a las transformaciones de la antigua **relatividad de Galileo**, donde la descripción del correr del tiempo es aún “absoluta”.

Sin ofender al maestro Riemann, aquí presente (*Riemann le hace un gesto de aprobación y ánimo*), en su visión geométrica de las superficies y otras variedades de mayor dimensión, el tiempo intervenía solamente de forma implícita, en todo caso como parámetro interno de las curvas sobre la variedad, y las “pseudofuerzas” que mis **derivadas absolutas** lograban (por entonces) formalizar y “relativizar” eran las tradicionales “Newtonianas”.

EINSTEIN: (*exultante*) Aun así, se trata del paso de gigante en la dirección correcta. Ciertamente que una **derivada covariante “isométrica-Riemann”** presenta la misma problemática de la mecánica de Newton, no resulta compatible con la invariancia de la velocidad de la luz, ni con el electromagnetismo de Maxwell. Pero si permitimos el entrelazamiento...

EL ELFO HERALDO: ¡Perdonad, profesor! La réplica corresponde al magnífico lord Byron...

LORD BYRON: (*interrumpiendo con enfado y satisfacción a un tiempo*) ¡Acabemos de una vez con las fórmulas abstrusas, mucho mejor brindar con alegría a vuestra salud! ¿Queréis descripciones de formas y perfiles, de metamorfosis y variaciones? Yo mismo tuve ocasión, a lo largo de mis viajes, de componer algo... (*entonando con magnífica declamación*)

La grandeza y la sencillez,
los tesoros de una fértil campiña,
el majestuoso oleaje, los terribles precipicios,
la verde capa de las forestas, los castillos góticos,
y las rocas áridas, parecidas a torres,
que rivalizan con la arquitectura de los hombres. . .

... se alejan ya: sobre mi cabeza se alzan los Alpes,
palacios de la Naturaleza, cuyos vastos baluartes
elevan sus blancas almenas hasta horadar las nubes;

palacios sublimes de eterno hielo
donde nacen los aludes, esos rayos de nieve. . .

Me sonrío el lago Lemán con su extensión cristalina,
espejo en que se miran las estrellas y montañas,
admirándose ante sus elevadas cimas y fúlgidos colores. . .

EL ELFO HERALDO: (*tras acallarse los aplausos entre los Elfos del Bosque Alpino*) Respetemos las intervenciones por ambas partes para poder proclamar al equipo vencedor del Torneo a alguna hora razonable ... ¡ejem! ... turno del profesor Tullio Lèvi-Civita.

LÈVI-CIVITÁ: ¡Me causa gran alegría volver a veros, amigos! Vienen a mi memoria muy gratos recuerdos. Desde 1899 trabajé como ayudante de Ricci [2] en la redacción de una exposición definitiva del “Cálculo Diferencial Absoluto”, que se publicó en 1901 en la revista *Mathematische Annalen*. A partir de ahí mi interés se centró en tres frentes:

a) Hallar una notación sencilla para el análisis tensorial y el cálculo diferencial absoluto. La original por coordenadas con índices es muy enrevesada y, todo hay que decirlo, el profesor Einstein tuvo que lidiar con ella (*Einstein ríe abiertamente*) pues ayuda en cálculos concretos, pero suele oscurecer las demostraciones genéricas y su significado.

b) Explicar intuitivamente, con imágenes, la naturaleza geométrica de la derivada covariante, pues en ese momento sólo comprendíamos la conveniencia de aplicarla para formular leyes “absolutas”, lo cual incitó a Einstein a tomar contacto con nuestro trabajo, con la ayuda de su amigo Grossmann. Pero nos parecía que aún faltaba aclarar [2] la oculta relación entre la noción de transformación **afín** y el concepto general de **aceleración**.

c) Investigar y aclarar la relación entre posibles derivadas covariantes (con distintos símbolos de Christoffel asociados) y los arcos (o métricas) que caracterizan las diversas variedades. Al fin y al cabo, aunque cada métrica de Riemann implicase su propia derivada covariante, parecía necesario extender la definición para englobar otros tipos de métrica.

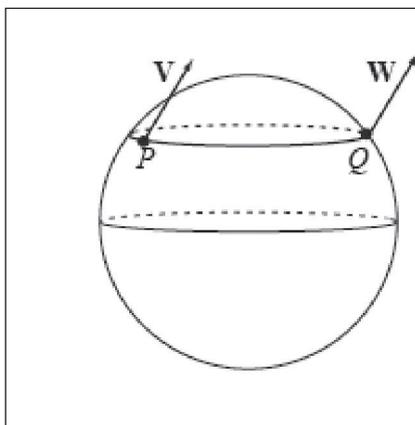
EINSTEIN: (*pícaro*) Viejo amigo, no olvides mencionar que siempre fue más de mi gusto llamar “campo de desplazamiento infinitesimal” a los símbolos de Christoffel ...

LÈVI-CIVITÁ: (*primero se echa a reír, después se abstrae, recordando*) Desplazamiento **paralelo**, querido Albert, es la palabra justa para describir el ingrediente fundamental. Comencé por profundizar en la noción misma de **aceleración**. Implica **comparar** (restar) **vectores velocidad situados en puntos distintos**, es decir, en distintos espacios tangentes.

GROSSMANN: (*interrumpiendo*) Pero eso NO tiene ningún sentido. Aunque dos espacios tangentes a una variedad tengan la misma dimensión, **nunca** son **canónicamente** isomorfos. Al situarse en puntos distintos, no es posible identificarlos y mezclar sus vectores. Lo que se hace es trasladar uno de los vectores al espacio tangente donde reside el otro vector; por eso nos cuentan todo tipo de trucos (vectores deslizantes, equipolentes...) en las universidades y centros, que en el fondo siempre remiten a una **traslación rígida (paralelismo afín)**.

LÈVI-CIVITÁ: (*solemne*) Es más, para poder siquiera **comparar vectores tangentes en puntos distintos**, habrá que **conectar antes** dichos puntos de algún modo. Mi prime-

ra idea [2] fue intentar el truco del espacio “ambiente” y buscar después una definición intrínseca. Así, apliqué de entrada el sentido rígido de paralelismo dado por la intuitiva “regla del paralelogramo” con la que cuenta el espacio “contenedor” afín. Y claro, no funcionó.



[6] V es tangente a la variedad (esfera) en el punto P. Si el vector W fuese resultado del “desplazamiento paralelo” del vector V desde el punto P al punto Q, estaríamos usando la noción de paralelismo “rígido” del espacio “ambiente”, que NO es intrínseco a la variedad (esfera). Así, para un habitante de la variedad, W no es “paralelo” a V en ningún sentido razonable. Además, W ni siquiera ha resultado tangente a la esfera, se perderá el carácter intrínseco.

FELIX: Lo veo, este desplazamiento paralelo “rígido” no es adecuado para variedades.

LÉVI-CIVITÁ: En efecto, es correcto únicamente para variedades “llanas” como el mismo espacio euclídeo. Recurrí a proyectar ortogonalmente el vector W sobre el espacio tangente a la variedad, pero la definición seguía sin ser intrínseca porque usaba el producto escalar euclídeo del espacio “ambiente”. Solamente se tornó intrínseca cuando el punto Q estaba próximo al punto P a nivel infinitesimal [2].

Aún así, la noción intrínseca está sujeta a dos condiciones [6]: involucra el uso del arco Riemanniano (*Félix ríe sonoramente al oír la palabra arco; Sophia le da un codazo*) y, sobre todo, la conexión (que se materializa mediante un sistema de ecuaciones diferenciales) se vuelve “flexible”, no-rígida, **dependiente** del **camino** que **conecta** los puntos P y Q sobre la variedad. De ahí mi preferencia por el nombre de **conexión afín por caminos** [7].

GOTTLIEB: Pues yo sigo sin ver la prometida intuición de la derivada covariante...

LÉVI-CIVITÁ: Ya falta poco, buen amigo. Al encontrar tantas dificultades, opté por invertir los términos de la gesta: ¿y si buscaba una definición “flexible” de paralelismo, apta para toda variedad, y desde ella recuperaba la derivada covariante? (*Einstein asiente, emocionado*).

FELIX: (*divertido*) ¿Y en esta noción es donde interviene por fin el arco Riemanniano?

LÉVI-CIVITÁ: (*suave*) Pues no; la idea es justo la opuesta: generalizar per se el paralelismo afín, sin recurrir a otros ingredientes. No os preocupéis, el arco participará más tarde. Ahora os muestro la construcción [7] del **transporte paralelo** definido por **camino**s (Anexo II).

Sea $\beta(t)$ una curva diferenciable (parametrizada por t) sobre una variedad M . Para cada pareja ordenada de puntos conectados por la curva β , definimos un **isomorfismo entre espacios tangentes**, dependiente de dichos puntos, así como del camino que los conecta (imagen de la curva). Cada isomorfismo particular se llamará **desplazamiento paralelo a lo largo de la curva β (desde $\beta(t_0)$ a $\beta(t)$)**.

$$P_{\beta(t_0)\beta(t)} : T_{\beta(t_0)}M \rightarrow T_{\beta(t)}M \quad P_{\beta(t_0)\beta(t)}(X_{\beta(t_0)}) = X_{\beta(t)}$$

A todo el colectivo de isomorfismos entre espacios tangentes definido sobre el camino imagen de la curva β , se le llama **transporte paralelo sobre la curva**. Es una manera “flexible” (biyectiva, continua y diferenciable) y general de trasladar vectores entre tangentes. No depende de coordenadas, ni de la parametrización de la curva.

A partir del transporte paralelo podemos definir, en cada punto $q_0 = \beta(t_0)$, la **derivada covariante asociada al transporte paralelo P de un campo X sobre una curva β** , mediante la sugerente fórmula:

$$\frac{DX}{dt} \Big|_{\beta(t_0)} = \lim_{t \rightarrow t_0} \frac{P_{\beta(t_0)\beta(t)}^{-1}(X_{\beta(t)}) - X_{\beta(t_0)}}{t - t_0}$$

Es decir, el **transporte paralelo inverso** asigna al vector del campo X ubicado en el punto final una “imagen” ubicada en el punto inicial, el **vector desplazado paralelo** (que no tiene por qué coincidir con el valor del campo X en el punto inicial). Ya sí se pueden comparar (restando) el vector campo desplazado y el vector campo en el punto inicial, pues residen en el mismo espacio vectorial tangente.

GOTTLIEB: Comprendo ahora que esta derivada proporcione en verdad la aceleración, cuando X sea el propio campo de vectores velocidad de la curva. Pero ahora tenemos dos nociones distintas de derivada covariante.... es algo ambiguo, ¿no?

LÉVI-CIVITÁ: Lo sería si el siguiente teorema no probase que son una y la misma...

Sea X cualquier campo de vectores sobre una curva β en una variedad diferenciable M . La curva β se supone parametrizada por t de forma que $q_0 = \beta(t_0)$, y llamamos $V(t)$ a su campo de velocidades. Si ∇V es la derivada covariante a lo largo de la curva integral de V con los **mismos** símbolos de Christoffel que la conexión definida por caminos, y D/dt es la derivada covariante asociada al transporte paralelo P sobre la curva, ocurre siempre [7] que:

$$\nabla_{V(t_0)} X = \frac{DX}{dt} \Big|_{\beta(t_0)}$$

A causa de esta identidad se llama “**conexión afín**” al operador no tensorial ∇ (nabla).

Profundizando en la idea de campo vectorial “paralelo”, dicho **paralelismo** tendrá que ser **intrínseco** a la variedad, pero a su vez también será “no-rígido” o “flexible” pues **depende del camino**, o sea, del punto de vista desde los sucesivos espacios tangentes a lo largo de la curva de referencia. Por otro lado, no debería afectar al “tamaño” de los vectores. La dilatación o contracción de un campo paralelo debería ser otro campo paralelo:

Sea Y cualquier campo de vectores sobre una curva β en una variedad diferenciable M . El campo Y se dice **paralelo sobre la curva** β si su **derivada covariante** es **proporcional**, punto a punto sobre la curva, a ese mismo campo Y (mediante una función escalar, para permitir homotecias de los vectores $Y = Y(\beta(t))$). Es decir, para cualquier valor del parámetro t , cumple:

$$\nabla_{\mathbf{v}(t)} \mathbf{Y} = \lambda(t)\mathbf{Y}$$

La noción de campo vectorial **paralelo** debe ser una propiedad del campo de vectores **independiente de la representación** particular, tal y como se exigió en la definición de transporte paralelo. Por eso, todas las posibles ecuaciones de paralelismo (fijada la imagen de la curva β) para un mismo campo han de ser **equivalentes por reparametrización**. Esto implica que la función escalar $\lambda(t)$ podrá ser distinta para cada parametrización concreta de la curva β .

Existen parametrizaciones s de la curva β para las que la función escalar $\lambda(t)$ se puede tomar idénticamente nula (parametrizaciones afines $\lambda(s) = 0$). Si el propio campo de **velocidades** V de la curva cumple la igualdad anterior, entonces V se dice **autoparalelo (sobre β)**.

$$\left. \frac{DV}{dt} \right|_{\beta(t)} = \lambda(t)V \quad \text{equivale} \quad \left. \frac{DV}{ds} \right|_{\beta(s)} = 0$$

Las **curvas integrales** de un **campo autoparalelo** se llaman **pre-geodésicas afines**. Si **la parametrización es afín** entonces reciben el nombre de **geodésicas afines**. Físicamente, significa movimiento a lo largo de un **camino geodésico** (línea autoparalela).

FELIX: (*insistente*) ¿Y qué ocurre con el arco de Riemann? Hasta ahora no ha participado...

LÉVI-CIVITÁ: Fíjate, precisamente por ello queda – de paso – perfectamente probado que estas definiciones de conexión, transporte paralelo, derivada covariante e incluso geodésica en el sentido de “línea autoparalela”, son totalmente independientes del arco o métrica.

FELIX: Pero para ganar carreras por la Nieve Élfica, Riemann nos explicó que debíamos seguir (sin caer ni saltar) “los caminos más cortos” y éstos eran las geodésicas.

RIEMANN: Las geodésicas **métricas**, dije. También hablé del modo más eficaz de moverse en la superficie – conservando la “rectitud” – por las geodésicas **afines**. En aquel momento os pareció un sermón (*Felix asiente, algo avergonzado*), pero ya podéis comprender que lo que llamé impropriamente “rectitud” es, bien entendido, el autoparalelismo de Lévi-Civité.

LÉVI-CIVITÁ: En efecto, la noción de geodésica métrica remite a la idea del “camino más corto”. El formalismo conocido como “Cálculo de Variaciones” permite hallar las curvas “extremales” (máximos o mínimos) del funcional longitud de arco que tanto os gusta. Una vez expresadas dichas extremales como igualdades (ecuaciones de Euler-Lagrange para el funcional **longitud de arco** [5]), se ve que su parametrización no está determinada y se demuestra que todas las extremales entre dos puntos cercanos comparten el mismo recorrido, es decir, **definen un solo camino en la variedad**, una “**línea geodésica**”.

Si completamos las ecuaciones diferenciales de Euler-Lagrange con la condición de “celeridad constante” (parametrización proporcional a la longitud de arco), entonces:

Las ecuaciones de Euler-Lagrange para las **curvas extremales** del funcional **longitud de arco**, con la condición $\mathbf{g}(\mathbf{V}, \mathbf{V}) = \|\mathbf{V}\|^2 = \text{cte}$, son las **geodésicas métricas**:

$$\left(\frac{d^2 q^k}{ds^2} + \Lambda_{ij}^k \frac{dq^i}{ds} \frac{dq^j}{ds} \right) = 0 \quad \text{donde} \quad \Lambda_{ij}^k \equiv \frac{1}{2} \sum_m g^{mk} (\partial_i g_{jm} + \partial_j g_{mi} - \partial_m g_{ij})$$

Se comprueba que la condición $\|\mathbf{V}\| = \text{cte}$ equivale a tomar una parametrización afín. Por último, comparando con la forma de la aceleración covariante y de las geodésicas afines:

$$\nabla_{\mathbf{V}} \mathbf{V} = \left(\frac{d^2 q^k}{ds^2} + \Gamma_{ij}^k \frac{dq^i}{ds} \frac{dq^j}{ds} \right) \mathbf{e}_k \quad \nabla_{\mathbf{V}} \mathbf{V} = \mathbf{0}$$

Concluimos que las geodésicas métricas coincidirán con las geodésicas afines (**aceleración covariante nula**) siempre y cuando los símbolos de Christoffel **afines** sigan precisamente la expresión que surge de modo natural en las **extremales** métricas. La condición geométrica que garantiza esta unicidad de las geodésicas es la **ausencia de torsión** en la variedad (simetría de ∇).

GOTTLIEB: Entonces, ¿cuántas derivadas covariantes esencialmente distintas existen? Dicho de otra manera, ¿cómo “calcula” la Naturaleza realmente las aceleraciones?. ¿Y cuál es el significado de la extraña fórmula para los símbolos, surgida en las extremales?.

LÉVI-CIVITÁ: (*emocionado*) Estáis viendo ya la luz a la salida del túnel. Se dice que una conexión afín es **compatible** con una métrica de Riemann concreta si el **transporte paralelo** deja **invariante** dicha métrica, **conservando** módulos y ángulos relativos de vectores campo. El transporte paralelo, a su vez, dependerá de la métrica. Todo ello se formaliza en:

$$\nabla g = 0$$

A la pregunta de, fijada la métrica sobre la variedad, cuántas conexiones afines o diferenciaciones covariantes esencialmente distintas existen, responde el siguiente resultado, que algunos llaman el “milagro” de la Geometría de Riemann [4] (todos callan, atentos):

TEOREMA (Lévi-Civita): Dada una **variedad** diferenciable M dotada de una métrica de Riemann g (variedad riemanniana (M, g)), existe una **única conexión** afín ∇ cumpliendo las condiciones:

a) La conexión ∇ es **simétrica** ($\Gamma_{ij} = \Gamma_{ji}$) o, mejor, **libre de torsión**:

$$\nabla_{\mathbf{X}} \mathbf{Y} - \nabla_{\mathbf{Y}} \mathbf{X} = [\mathbf{X}, \mathbf{Y}]$$

b) La conexión ∇ es **isométrica** ($\nabla g = 0$), **compatible** con la métrica g:

$$\nabla_{\mathbf{V}} (g(\mathbf{X}, \mathbf{Y})) = g(\nabla_{\mathbf{V}} \mathbf{X}, \mathbf{Y}) + g(\mathbf{X}, \nabla_{\mathbf{V}} \mathbf{Y})$$

A esta conexión se le conoce como la conexión de Lévi-Civita de (M, g)

En tal caso, los símbolos de Christoffel afines para la conexión de Lèvi-Civita cumplen la fórmula que aparece naturalmente en las ecuaciones de las geodésicas métricas:

$$\Gamma_{ij}^k = \Lambda_{ij}^k \equiv \frac{1}{2} \sum_m g^{mk} (\partial_i g_{jm} + \partial_j g_{mi} - \partial_m g_{ij})$$

aunque la mayoría lo conoce por “Teorema Fundamental de la Geometría de Riemann”.

EINSTEIN: (*agradecido*) No podéis imaginar mi deuda con Lévi-Civita. El Teorema Fundamental de la Geometría de Riemann, una vez generalizado a espacio-tiempos con métrica indefinida, es la pieza clave del arco. Significa la completa unidad de gravedad e inercia... Se tendría que llamar “gravineria”... (*grandes risas*).

GOTTLIEB: Eso no parece posible. La gravedad es una fuerza y nos acelera; de algún modo nos empuja o nos frena. Mientras que la inercia sería una tendencia a “enderezar” la trayectoria, conservando la velocidad y resistiendo cualquier aceleración; incluso sobre la superficie de la Tierra, donde el movimiento suele ser transversal al campo gravitatorio... ¿Cómo puede la “gravineria” empujarnos y a la vez conservarnos la velocidad?.

EINSTEIN: Porque... (*el heraldo lo mira ceñudo*). Luego os lo cuento en la Fiesta...

EL ELFO HERALDO: ¡Cierra las intervenciones el único, el sublime, Percival Shelley!

SHELLEY: ¡Todo un placer compartir de nuevo aventuras con vosotros! (Byron sonríe). Es curioso, los fragmentos de mi poema para esta tarde parecen convenir con esa síntesis de la que hablábais entre la pujante fuerza de la gravedad y el equilibrio de la inercia...

Todavía relumbra Mont Blanc en la distancia,
afirmando en la tierra su imperial fortaleza
y majestad; luz múltiple; múltiple resonancia
con mucha muerte y vida en su belleza.

Allá abajo destellan anchas grutas, de donde
raudos torrentes brotan que su tumulto frío
mezclan, y verde espuma que aparece y se esconde
entre secretas piedras hasta formar un río.

Oh, escena solitaria, trágicamente bella
por donde rueda el Arve, y encarna el misterioso
espíritu del monte, que en la nieve sin huella
alza su oculto trono de paz y de reposo.

¡Oh río que en la viva roca te abres camino;
y a través de los valles, desde la limpia cumbre,

te desatas igual que un relámpago alpino
cruzando la tormenta con su espada de lumbre!

¡Oh perpetuo sonido de su rodar! ¡Oh abetos
arrancados de cuajo y arrollados cual briznas;
y rotos pinos verdes que en sus ramajes quietos
aún guardan un perfume de calladas lloviznas!

Mas tú habitas aparte, serenado, tranquilo;
remoto, inaccesible Poder; trono de calma;
fragmento de planeta rodeado de sigilo,
donde a soñar eternidad aprende el alma.

Te anima ¡oh cumbre sola! la Fuerza, la escondida
Fuerza del Universo, que al alma humana llena
con esa ley que al Cielo capta, eterna y sumida
en el silencio, de la bóveda infinita que resuena.

EL ELFO HERALDO: ¡Jueces, resolved el Torneo y proclamad al vencedor! (*tras rápida deliberación, el jurado envía como portavoz a Sophia, que se dirige al centro del círculo*).

SOPHIA: (*solemne*) Acordamos que, mediante distinta expresión y diversos puntos de vista, al fin vienen a coincidir todos en una misma idea de corte “Romántico”: libertad de la forma, a su vez coherente con una verdad oculta en los invariantes... que se manifiesta como belleza permanente e indestructible... ¡y resolvemos como empate! (*todos aplauden*).

GROSSMANN: (*aliviado, mientras los oponentes se estrechan las manos*) ¡Menos mal! El desafío se ha resuelto felizmente... Por un instante creí que el Helheim triunfaría... (*en ese momento revolotea de vuelta la lechuza de Sophia, cuya blancura parece ahora incendiarse en la luz del ocaso*).

LA DAMA GILWEN: (*se aproxima seguida de un séquito de elfos con faroles azules*) ¡Queridos amigos e invitados, cuánto me reconforta veros de nuevo unidos!. Traigo además excelentes noticias... las huestes de Asgard han apresado al secreto colaborador de Loki, gracias a un mensaje enviado por la Sapiente Atenea, que logró averiguar su identidad a pesar de ocultarse en el manto de tinieblas que todos contemplamos... se trataba de la sombra de Aristocles, más conocido por su apodo “Platón”... (*exclamaciones de asombro*).

GROSSMANN: No entiendo qué interés tendría Platón en disolver nuestro Reencuentro...

RIEMANN: (*con su acostumbrada modestia*) Creo que yo puedo aclararlo... fue mi maestro Gauss, con su “Theorema Egregium” de 1827, el que llevó a la ruina la analogía favorita de Platón, la analogía de la caverna, en la que un **observador privilegiado** sale de la caverna y trae de vuelta el conocimiento “verdadero” al resto de observadores encadenados... pero Gauss fue capaz de hallar auténticos invariantes (curvatura total) a

partir de los datos de las proyecciones, método que todos los geómetras presentes hemos seguido para definir las derivadas covariantes, transporte paralelo, etc, hasta llegar a la propia Relatividad General, donde se llega a negar la validez del concepto de observador privilegiado... es como si la caverna de Platón tuviese paredes transparentes y los observadores rompiesen su cadenas...

GROSSMANN: Ya veo, los mortales no se suelen interesar por descubrimientos en Geometría, pero si la ruina de la analogía de Platón se extendiera a las Ciencias, las Artes, e incluso a la Filosofía... podría ser también la ruina de quienes autoproclaman privilegiados a priori sus idearios, como algunos mandatarios e iluminados que conocimos (*todos ríen*).

SOPHIA: (*radiante*) Fijaos, hasta la llegada de Einstein la relatividad en Física fue “resuelta” proclamando como **privilegiado** un tipo de movimiento o clase de observadores (Tierra o centro inmóvil, movimiento circular, observadores inerciales...). Pero todas las definiciones eran defectuosas, suponían siempre algún círculo vicioso o auto-referencia...

EINSTEIN: No sólo las deseché por eso, sino que pude encontrar una argumentación que mostraba la idea de las referencias privilegiadas como realmente contradictoria...

INTERLUDIO: *La caída del pilar de las referencias inerciales*

Continuamos con la redacción del propio Einstein en [1]: “... *la relatividad especial tiene algo en común con la teoría de Newton. Las leyes de ambas teorías se suponen válidas sólo respecto a ciertos sistemas de coordenadas, llamados “sistemas inerciales”. Un sistema inercial es aquel en un estado dinámico tal, que los puntos materiales “libres de fuerzas” que contiene no están acelerados respecto al propio sistema de coordenadas. Sin embargo, esta definición es vacua si no hay **medios independientes** para reconocer la ausencia de fuerzas. Mas estos medios de reconocimiento **no existen si se considera a la gravedad como un “campo”**:*

*Denominemos “A” a un sistema uniformemente acelerado respecto a un “sistema inercial” I. Los puntos materiales no acelerados respecto a I, están acelerados respecto a A, siendo la aceleración de todos los puntos igual en magnitud y en dirección. Estos puntos se comportan como si un campo gravitatorio existiera respecto a A, pues una característica del campo gravitatorio es que la aceleración es independiente de la naturaleza particular del cuerpo. No hay ningún motivo para excluir la posibilidad de interpretar este comportamiento como efecto de un “verdadero” campo gravitatorio (principio de equivalencia). Esta interpretación trae como resultado el hecho de **considerar que A es un “sistema inercial”, incluso cuando está acelerado respecto a otro sistema inercial...** Así, a los conceptos de sistema inercial, a la ley de la inercia y a la ley del movimiento se les priva de su significación concreta, no sólo en la mecánica newtoniana sino también en la relatividad especial”.*

ACTO III: *La Mereth de los Elfos del Bosque.*

(Tras el ocaso, los elfos disponen hogueras en el prado despejado cercano al talud. Bajo los árboles comienzan a brillar multitud de faroles y linternas con luces de tonos

plateados, azules y dorados, hasta que todo el Bosque parece un reflejo del límpido cielo tachonado de estrellas. Tras el Silencio Ritual los elfos inician la fiesta, que se va animando con relatos, poemas y canciones. Después de largo rato, los compañeros de Einstein buscan un rincón tranquilo para conversar).

EINSTEIN: (ante el círculo formado por sus amigos, dispuestos en mullidos asientos bajo los faroles sujetos a los árboles) Así pues, este nuevo principio de equivalencia (aceleraciones constantes equivalen a campos gravitatorios constantes, paralelos y de sentido opuesto) permite superar la necesidad de referencias inerciales para fundamentar la Mecánica... basándola en la propia Geometría... (los geómetras aplauden) tranquilos... falta por resolver todo el problema del movimiento bajo campos gravitatorios, así como la forma de una nueva ley de inercia.

RIEMANN: (contento) Mas disponemos ya de todos los elementos para hallar la solución...

EINSTEIN: (disfrutando soñador de los cantos élficos lejanos) No pude intuir que la solución a dos problemas distintos era una y la misma, hasta tener “la idea más feliz de mi vida”, la generalización del Principio de Equivalencia para **cualquier** tipo de campo gravitatorio...

*A) Primeros principios... ¡simplicidad! (dedicado a Enrique y Elvira)
(La gravitación universal es geometría del espacio-tiempo)*

Principio de Equivalencia (Formulación Einstein):
“Un observador en caída libre no siente su propio peso”

EINSTEIN: Ampliaremos el alcance de esta feliz idea hasta una descripción puramente geométrica del campo gravitatorio, que incluirá: el carácter geodésico de las trayectorias en caída libre, la unificación entre intensidad de campo gravitatorio e inercia, la aparición de efectos métricos directos desde el nivel energético y los efectos de marea gravitatoria a nivel de curvatura. El **Principio de Relatividad General** se aplicará a través del formalismo de derivación covariante absoluta de Ricci y Lèvi-Civita, que da lugar a **leyes físicas válidas para todo observador**. No hacen falta observadores privilegiados, inerciales o no.

Iremos reescribiendo el Principio de Equivalencia para mayor claridad:

Principio de Equivalencia (Formulación heurística)

Un móvil (*) sometido en exclusiva a **aceleraciones gravitatorias cualesquiera** se manifiesta (visto desde un referencial comóvil) en equilibrio instantáneo (flotación) a lo largo de su “**trayectoria**”.

(*) Se sobreentiende sin rotación propia o partícula puntual sin spin.

(*) Se sobreentiende para una referencia sin rotación propia o móvil puntual sin spin

¿Qué se entiende aquí por trayectoria?. La relatividad especial nos sugiere que el movimiento debe pensarse mediante **camino 4D** en una variedad espacio-tiempo.

¿Cómo es posible que un móvil 4D-acelerado esté a la vez en equilibrio?. Una primera respuesta podría ser que la trayectoria debe ser muy peculiar. Eso nos lleva a reformular así la pregunta: ¿cuáles son los **caminos 4D** caracterizados por el hecho de que su aceleración covariante (no nula) puede ser realmente equivalente a cero (equilibrio)?.

Si la variedad posee una conexión afín, Lèvi-Civita nos ha mostrado que los caminos geodésicos disfrutan justamente de dicha propiedad: admiten parametrizaciones como curvas pre-geodésicas afines (aquéllas cuyo campo de velocidades es autoparalelo) pero también admiten reparametrizaciones mediante su tiempo propio o un parámetro afín, de modo que su aceleración covariante es idénticamente nula (geodésicas afines).

Equivalencia geométrica de aceleración y equilibrio, propia del paralelismo “flexible”

Campo de velocidades	Aceleración covariante	Ecuación	Curva integral	Camino	Movimiento
Autoparalelo	Colineal a la 4-velocidad	$\nabla_V V = \lambda(t) V$	Pregeodésica afín	Línea Geodésica 4D	Acelerado gravitacional
Geodésico	Nula	$\nabla_V V = 0$	Geodésica afín		Equilibrio (libre)

En cualquier caso, la imagen de todas estas curvas equivalentes será un mismo **camino geodésico** o **línea autoparalela**. Pasando a un referencial comóvil, un observador podrá elegir parametrizarla mediante el tiempo propio del móvil o bien con un parámetro afín s , anulándose la función escalar $\lambda = \lambda(s)$, al igual que toda la derivada covariante.

Razonemos que **solamente** mediante **geodésicas** será posible formular el carácter puramente geométrico de **cualquier** campo gravitatorio, estableciendo el siguiente:

Postulado de las geodésicas:
 Cada movimiento **gravitacionalmente** acelerado (*) tiene lugar **a lo largo de una única geodésica** espacio-temporal.
 (*) Con exclusión de otras interacciones físicas distintas de la gravedad

La **necesidad** de **geodésicas** (en exclusiva) descansa en la aplicación conjunta de los Principios de Equivalencia y Relatividad General, implicando éste el uso de **una derivada covariante absoluta** (pero **compatible** con una **métrica de Lorentz**) para **describir cada posible aceleración de manera intrínseca en todas las referencias** (prescindiendo de observadores privilegiados). El Principio de Equivalencia proporciona el carácter específico del **tipo de curvas admisibles** (justo las geodésicas) para movimientos bajo influencia única de **campos gravitatorios**.

Veamos ahora la **abundancia** de geodésicas para asegurar el **autoparalelismo**, bajo **cualquier** campo gravitatorio. Se basa en el siguiente resultado de geometría diferencial:

Teorema: en cada punto de una variedad diferenciable dotada de **conexión afín**, y **para cada posible velocidad**, existe una **única geodésica afín** que **pasa por dicho punto** con la velocidad especificada [4, 5].

Cualquier aceleración de origen **gravitatorio** cumplirá una ecuación diferencial de **autoparalelismo “no-rígido”** (de lo contrario se violaría el Principio de Equivalencia, por ejemplo en caída libre transversal), que podemos integrar (en abstracto) para **cualquier velocidad** dada, puesto que la **existencia** de geodésicas en **toda dirección** del espacio-tiempo está garantizada, y la geodésica solución será **única** y estará unívocamente asignada al movimiento (y a la geometría del campo gravitatorio) sin dependencia de parámetros del móvil, pues **toda aceleración gravitatoria es independiente de la masa y de la naturaleza del móvil** (principio de equivalencia de Galileo).

El **perfil** de cada geodésica no se establece “a priori”, pues depende de la estructura concreta de cada campo gravitatorio. La anulación de la aceleración covariante sólo implica que la geodésica se recorre con 4D-celeridad constante.

Para acabar, recordamos: el Principio de Relatividad General exige el carácter **absoluto** de la derivada covariante (**conexión afín única**) mientras el Principio de Equivalencia pone la nota distintiva (**autoparalelismo “flexible”**). Admitir el **paralelismo** en el sentido no rígido de Lévi-Civita (transporte paralelo dependiente del camino) implica la **posibilidad** de existencia de curvatura intrínseca en la variedad espacio-tiempo. Las geodésicas serán rectas solamente en entornos donde se anule la curvatura.

Culminamos con una versión completa que incluye el fundamento de la Equivalencia:

Principio de Equivalencia (formulación absoluta, vía Principio Relatividad General)
 “Toda **aceleración gravitacional** (“caída libre”) es equivalente a la flotación en **equilibrio** (“pseudoingravidez”) mediante **autoparalelismo “flexible” universal**”
 (Ley física independiente de la naturaleza del móvil, válida para todo campo gravitatorio).

Nota A1: vemos que la Relatividad General “relativiza” sólo las **aceleraciones gravitatorias**, no todas las aceleraciones en general. **Las aceleraciones por fuerza de Lorentz no participan del principio de equivalencia**, porque dependen de la naturaleza de los cuerpos móviles cargados. Cargas eléctricas distintas dan lugar a trayectorias distinguibles, que no son, ni pueden ser, **geodésicas universales de una misma conexión afín absoluta** (pura geometría).

Nota A2: versiones erróneas del Principio de Equivalencia ampliamente difundidas:

a) Un observador en caída libre es “inercial”. Falso. ¡Einstein usó el principio de equivalencia para campos constantes a fin de desterrar los sistemas inerciales! ¡Lea usted los originales! [1].

b) Un observador en caída libre es “localmente inercial”, existiendo un entorno pequeño donde es válido usar la relatividad especial. Erróneo. La curvatura puede manifestarse sea cual sea el tamaño del entorno (efectos de marea). Aún más, a lo largo de los mismísimos puntos de una trayectoria en caída libre por regiones no-llanas, las leyes físicas de segundo orden podrían verse afectadas. Ver nota E2. (Teorema del entorno coordinado normal).

En lugar de todas las argumentaciones anteriores, se suele ilustrar el significado de la Relatividad General con el ejemplo del móvil más diáfano de todos: un rayo de luz...

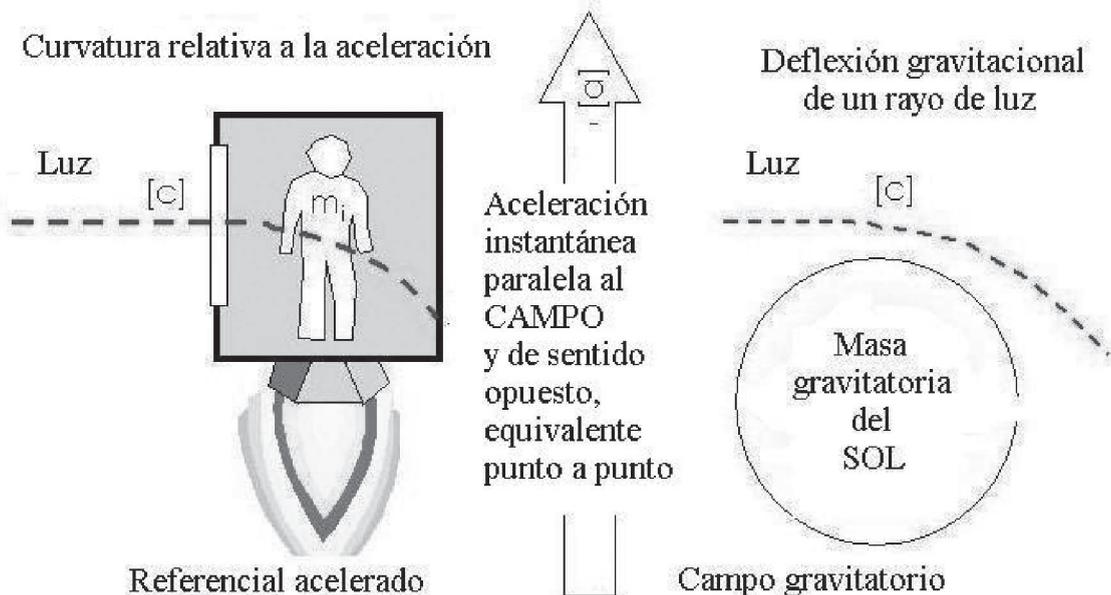
*B) Dime cuál es la más curva de todas las rectas... (dedicado a Eli Sánchez)
(Curvatura de las geodésicas luminosas)*

Desde un punto de vista físico, ¿qué es una línea recta? o, mejor dicho, ¿cuál es el criterio físico de “rectitud”? Tradicionalmente la respuesta ha sido: las trayectorias de los rayos de luz. Ahora bien, dichas trayectorias “clásicas” podrían ser proyecciones espaciales de líneas **geodésicas rectilíneas** de una variedad **llana**, sin gravedad (por ejemplo el espacio-tiempo llano de Minkowsky en relatividad especial).

Pero el Principio de Equivalencia lleva a la existencia de **paralelismo “flexible”** de Lèvi-Civita: en un caso general, la gravedad podría dar lugar a **geodésicas curvadas** de una variedad espacio-tiempo **no llana**, y si se trata de una ley **universal** tenemos el derecho de preguntarnos: ¿qué ocurre con un rayo de luz en “caída libre”? ¿Se curva o no se curva?.

Depende... si es caída libre perfectamente vertical, no. Pero si en origen el rayo de luz es transversal a un campo gravitatorio constante, el principio de equivalencia en su versión “restringida” para campos uniformes nos dice que su trayectoria será idéntica a la que se detectaría en un referencial uniformemente acelerado en sentido opuesto...

Aunque de este principio “restringido” (a campos y aceleraciones constantes) se deduce **equivalencia geométrica exacta de trayectorias**, el mero hecho de la **curvatura** de los rayos luminosos se podría inferir, con precauciones, en situaciones más generales (referenciales acelerados no uniformemente, campos gravitatorios no uniformes):



A fin de comprobar este efecto físico, específico de Relatividad General, un equipo científico promovido por el astrónomo real británico Sir Arthur Eddington organizó dos expediciones (una a la Isla Príncipe, en la costa occidental de África, y otra a la ciudad de Sobral, al norte de Brasil) para detectar y medir la desviación gravitatoria de rayos de luz estelar que viajasen rasantes a la superficie solar durante el eclipse de sol del año 1919.

La posición de las estrellas fuente, en fotografías impresas por los rayos luminosos desviados, debería desplazarse muy levemente del lugar teórico, previsto sobre las imágenes, en ausencia de desviación. Una vez analizados cuidadosamente, los resultados confirmaron, dentro del margen de error del instrumental de la época, las previsiones de la Teoría de la Relatividad General para este curioso fenómeno: la gravitación afecta también a la luz.

GROSSMANN: (*malicioso*) ¿Es cierto, Albert, que cuando recibiste el telegrama comunicando el resultado experimental a favor de la deflexión gravitatoria, comentaste: “¡Menos mal!. Si no, tendrían que volverse y repetir el eclipse para afinar las medidas”. Hay que estar muy seguro de los principios que fundamentan la Teoría para decir eso...

EINSTEIN: (*ignorándolo*) ¡Ejem...!. La **curvatura** de la **luz** puede presentarse de formas más complicadas, dando lugar a los actuales estudios sobre “lentes gravitatorias”, que crean imágenes múltiples de las mismas estrellas o galaxias, incluso arcos, y hasta los llamados “anillos de Einstein”. Para los escépticos hay fotografías realmente hermosas...

C) La “*graviner*cia” juega al escondite... (dedicado a Anna Peña)
(Unificación geométrica de inercia y gravedad)

Todo observador en caída libre tiene derecho a proclamarse en equilibrio. Mas no hemos aclarado del todo cómo “desaparece” la gravedad. ¿Dónde y cómo se “esconde”? Para verlo, postularemos la generalización directa de la 2ª Ley de Newton de acuerdo con el Principio de Relatividad General, es decir, usando la **derivada covariante** de la velocidad **V** 4D para definir una **aceleración absoluta** de móviles con masa m_0 :

$$m_0 \frac{DV}{d\tau} = \mathbf{F} \quad \text{reescrita} \quad \frac{DV}{ds} = \mathbf{F} \quad \tau = m_0 s \quad \mathbf{F} \text{ resultante de campos de 4D-fuerzas}$$

Nota C1: El parámetro afín s garantiza que la Ley sea aplicable a las geodésicas luminosas, cuyo tiempo propio τ es siempre nulo. Un tratamiento tradicional con un 4D-momento lineal P que asuma masa variable no es posible, porque la llamada masa relativista es otro concepto exclusivo de la relatividad especial, de uso restringido a velocidades relativas arbitrarias pero constantes.

Aplicando el postulado de las geodésicas se deduce que el campo gravitatorio NO puede verse como **fuerza externa** en el 2º miembro de la ecuación, sino que, para dar lugar ahí al vector cero (ecuación de las geodésicas) deberá incorporarse en el 1º miembro, acoplándose en la fórmula misma de la aceleración covariante. ¿Dónde?. Las únicas funciones disponibles son los propios **símbolos de Christoffel** de la conexión (Anexo III).

$$\frac{DV}{ds} = \mathbf{0} \quad \left(\frac{d^2 q^k}{ds^2} + \Gamma_{ij}^k \frac{dq^i}{ds} \frac{dq^j}{ds} \right) = \mathbf{0}$$

Nota C2: Einstein comenta en [9]: *Las ecuaciones (de las geodésicas) expresan la influencia de inercia y gravitación sobre la partícula material. La unidad de inercia y*

gravitación está expresada formalmente por el hecho de que todo el primer miembro (de las ecuaciones) tiene un carácter tensorial (respecto a cualquier transformación de coordenadas), pero los términos de dicho miembro considerados separadamente no tienen tal carácter...

Así, **la intensidad de campo gravitatorio se “esconde” entre las pseudofuerzas, en algunos símbolos de Christoffel**, pero NO es una pseudofuerza. ¿Cuál es su naturaleza?. Netamente **geométrica**. Reciben el nombre de **“sprays geodésicos”** aquellos campos que se acoplan en los símbolos de Christoffel, presentando sin embargo un carácter **geométrico intrínseco, independiente de referenciales**. Por el contrario, cada pseudofuerza es indisoluble de cierto referencial (por ejemplo, Coriolis es inducida por ejes en rotación).

GOTTLIEB: (contento) Por fin comprendo el curioso apelativo **“gravineria”** que usasteis cuando Shelley se disponía a recitar las estrofas de su poema sobre el Mont Blanc... El Principio de Equivalencia establece dos interpretaciones, ambas válidas, para la dinámica de la caída libre: **“empuje”**, vista como **gravitación**, o **equilibrio**, vista como **ineria**...

EINSTEIN: ¡Claro!. Y en el famoso caso de frenazo de un tren muy largo, ¿qué os “empuja” súbitamente?. Nadie, es la **ineria** del impulso, decís. Pero no para “rectificar” la trayectoria (interpretación de Newton) sino para **situarnos** en la **geodésica gravitatoria precisa** donde se **conserva el 4D-impulso (equilibrio)**. Aquí interpretáis a la inversa, la **ineria “empuja”** y la **gravitación** procura la “forma” del **equilibrio**... (*todos ríen*).

GOTTLIEB: ¡Bravo! Es claro, a la “gravineria” le gusta el escondite... Oh, mirad, ... (*se acercan unas damas élficas portando un violín, flautas, oboes, y algunas partituras*) ¿Me haréis el honor, profesor, de interpretar la parte de violín?. Yo me haré cargo del piano, allí...

EINSTEIN: El honor es mío (*mientras echa una ojeada a las partituras*) Ah, interpretaremos Mozart. ¡Estupendo! Son obras que conozco bien. (*Mientras sigue a Gottlieb hacia el centro de la fiesta, donde les reciben con júbilo, se vuelve a los demás*) Continúad vos con las geodésicas...

GROSSMANN: En un primer vistazo, se pensó que el término de aceleración, junto con sumandos correspondientes a “pseudofuerzas” constituían la expresión de la **ineria**, y así los símbolos de Christoffel del resto de términos acogerían la **gravitación**...

RIEMANN: Pero tras el trabajo de Lévi-Civita se comprendió que inercia y gravitación, aunque perfectamente unificados, deben ser aspectos independientes de referenciales...

RICCI: Y finalmente Einstein intuyó que **la fórmula** que proporciona los **símbolos de Christoffel afines a partir de los coeficientes métricos** se puede reinterpretar físicamente como **intensidad de campo gravitatorio (spray geodésico) derivando del potencial** y que el **potencial gravitatorio** estará acoplado por tanto en una **métrica de Lorentz (*)**.

$$\Gamma_{ij}^k = \frac{1}{2} \sum_m g^{mk} (\partial_i g_{jm} + \partial_j g_{mi} - \partial_m g_{ij})$$

(*) El Teorema Fundamental de la Geometría de Riemann (8 páginas atrás) se extiende a métricas semi-Riemannianas, **compatibles con el electromagnetismo** a través del

carácter **isométrico-Lorentz** de la **conexión afín**, la misma condición $\square g = 0$ que en el hermoso Teorema probado por Lèvi-Civita **unifica aspectos métricos y afines, gravedad e inercia**.

LÈVI-CIVITÁ: ¡Gracias! Recuerdo que se obtiene además el siguiente resultado:

Teorema: El **transporte paralelo** a lo largo de toda **geodésica** conserva módulo y ángulo (respecto al campo tangente a la geodésica) de los vectores transportados [5].

Corolario: En **todo** movimiento **autoparalelo** el cuadvivector impulso-energía conserva su 4D-módulo constante, con valor (en normalización de energía) $E = m_0c^2$.

Este Teorema muestra que la “acción” del **transporte paralelo** “mueve” los vectores geoméricamente, sin gasto de “energía”. Los aspectos afines se identifican con la **inercia**.

D) La dignidad del ascensor y la curvatura del tiempo

(dedicado a Carlos Liébana)

(Efectos métricos del potencial gravitatorio)

RIEMANN: ...Y los aspectos **métricos** se identifican con la **gravitación**. Einstein demostró en ciertos casos (campo débil) que un potencial gravitatorio con buen límite clásico ha de incorporarse justamente en el coeficiente temporal de la métrica de Lorentz:

$$g_{tt} = 1 + 2 \frac{\Phi}{c^2}$$

$\Phi = gh$ Uniforme	$\Phi = -\frac{GM}{r}$ Central
----------------------	--------------------------------

Nota D1: Por un lado, esto sugiere que la gravedad se relaciona más estrechamente con la curvatura del tiempo. Por otro, que en Relatividad General los potenciales van a ostentar un carácter más físico, en lugar del rol de herramienta matemática asignado en mecánica newtoniana.

GROSSMANN: Fijaos, podríamos obtener medidas directas del potencial vía el campo métrico. Y también ocurren una serie de **efectos métricos directos**, como el siguiente: surge una nueva **dilatación temporal gravitatoria**, distinta de la conocida dilatación temporal cinemática del tiempo. **Los procesos físicos generados en zonas de campo gravitatorio más intenso se toman más tiempo, se envejece más lento, la gravedad ralentiza los relojes y todo tipo de frecuencias...** Por ejemplo, las líneas espectrales de un mismo elemento químico estarán desplazadas hacia el rojo producidas en el Sol en vez de en la Tierra.

LÈVI-CIVITÁ: Y al contrario, en zonas de campo gravitatorio menos intenso, todos los procesos y relojes ocurren más rápido, el envejecimiento es comparativamente mayor... Por ejemplo, si unos astronautas fuesen a explorar un planeta de **alta gravedad**, quedando el piloto guardando la nave en el espacio-tiempo **interestelar** “llano”, sucederá que cuando los exploradores vuelvan a la nave, hallarán al piloto bastante más anciano que ellos.

RICCI: En el sistema solar el efecto es tan leve que resulta casi indetectable. Mayor mérito a los experimentos que confirman estos fenómenos. Demos una deducción [11] teórica:

Nota D2: A veces se intenta deducir esta dilatación gravitacional del tiempo aplicando el principio de equivalencia sobre el “efecto Doppler gravitacional” de un rayo de luz que “escala” el campo gravitatorio, pues las fórmulas parecen coincidir para campos constantes. Pero el **efecto Doppler** concierne a **un proceso único**, la **transmisión** de ondas, mientras que esta dilatación del tiempo supone una comparación **métrica** entre **dos estados** (y dos colectivos universales de procesos), que pueden estar conectados o no. Además, las fórmulas difieren en signo y en forma funcional (la relación integral entre potencial y desplazamiento Doppler es exponencial).

Sean dos relojes idénticos, originalmente juntos (por ejemplo, en la planta baja de un rascacielos) y sincronizados en una misma situación cuasi-estacionaria O (los ritmos de los relojes coinciden) de un campo gravitatorio. Uno de ellos es trasladado a otro punto S del campo gravitatorio (por ejemplo, lo suben en ascensor a otra planta del rascacielos).

Tomando referenciales comóviles para cada reloj, los arcos se escriben en función de los potenciales gravitatorios genéricos en cada punto, y comparamos tiempos:

$d\tau^2 = g_{tt}(x_S)dt_S^2$	$d\tau = \sqrt{g_{tt}(x_S)}dt_S$	$\frac{dt_S}{dt_O} = \sqrt{\frac{g_{tt}(x_O)}{g_{tt}(x_S)}} = \sqrt{\frac{1 + 2\frac{\Phi(x_O)}{c^2}}{1 + 2\frac{\Phi(x_S)}{c^2}}}$
$d\tau^2 = g_{tt}(x_O)dt_O^2$	$d\tau = \sqrt{g_{tt}(x_O)}dt_O$	

La fórmula se simplifica eligiendo O (la situación de referencia) como origen de potenciales (potencial nulo). Después se aproxima bien a primer orden para valores muy pequeños del potencial dividido entre el cuadrado de la velocidad de la luz:

$T = \frac{T_O}{\sqrt{1 + 2\frac{\Phi}{c^2}}}$	$T \approx T_O \left(1 - \frac{\Phi}{c^2}\right)$	$\frac{T - T_O}{T_O} \approx \left(-\frac{\Phi}{c^2}\right)$	$\frac{v - v_O}{v_O} \approx \left(+\frac{\Phi}{c^2}\right)$
--	---	--	--

Con procesos cíclicos, se puede cambiar la variable tiempo por la frecuencia. En cualquier caso se demuestra que **todos los procesos físicos se ralentizan cuando ocurren en zonas de menor potencial (intensidad de campo creciente) y viceversa**. En el ejemplo, una vez subido uno de los relojes gemelos a la planta superior S (mayor potencial, intensidad de campo decreciente) todos los procesos ganan rapidez, incluido el ritmo del reloj.

GROSSMANN: Todo esto del ascensor me recuerda un poético dilema. Se dice que sólo los dignos pueden blandir el Martillo de Thor. Ahora bien, ... ¿qué tipo de “magia” es capaz de evaluar la dignidad?... ¿Y un modesto ascensor? ¿Sería digno de alzar el Martillo?...

RIEMANN: Lo que está claro es que el Martillo es capaz de reajustar su propia inercia, haciéndose muy pesado para que no lo muevan o para arrastrar en vuelo a su dueño...

FELIX: ¡En efecto! Y aquí la ciencia está en la relatividad y la “magia” en el interior... en las intenciones del individuo que intenta alzar el Mjölnir. Pues sus sentimientos se reflejan la biología de todo el cuerpo. Las células y procesos biológicos de los músculos realizan gran esfuerzo al tensarse, **oponiéndose al campo gravitatorio**, y al tirar hacia “arriba” terminan **estabilizadas a un potencial mayor, envejeciendo una pizca más rápido**.

Ahí es donde Mjölnir detecta el más ínfimo sentimiento de resistencia o miedo a un **envejecimiento más rápido**, pues dispone de un potente scanner que atraviesa todo tipo de guanteletes. El Martillo es una “máquina de la verdad” basada en el tiempo curvo...

GROSSMANN: (*decepcionado*) ¡Pues vaya con la “magia”! Se trata de pura técnica...

FELIX: No tanto; es también un sistema de seguridad inteligente y bien planeado. Antes de permitir que lo manejen como arma, Mjölnir comprueba si la mano que lo empuña siente miedo (aunque sea inconsciente) a la pérdida, y al tiempo como desposesión. Así, los villanos aferrados al poseer no pueden alzarlo, pues dependen **psicológicamente** de lo que ansían y temen perder por encima de todo. Por muy “inmortales” que sean, como Loki.

RIEMANN: Ya. Pero incluso entre los mortales, creo, hay gente que supera su miedo a la pérdida. Hagamos otro experimento mental. Imaginemos un héroe sin tacha, impulsado tan sólo por motivos generosos. Llamémosle Steve... ¿no podría alzar el Martillo?

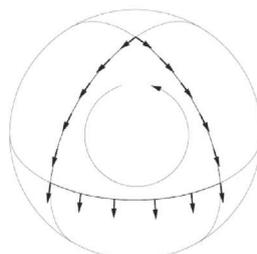
FELIX: Quizá podría moverlo un instante, puesto que sus sentimientos son nobles. Pero Mjölnir detecta el miedo a nivel **biológico**. A todos los mortales, incluido Steve, les queda un residuo, aunque sea ínfimo... Sólo los Inmortales sin tacha como Thor son dignos...

RICCI: (*interrumpiendo*) ¡Qué puesto estáis en asuntos de Thor!. (*Sophia atraviesa a Felix con una de sus miradas más agudas*) ¿Y el ascensor, entonces?. ¿Es “digno” o no?.

FELIX: (*riendo*) Por supuesto que sí. Bastante tiene con aguantar a todo el que se monta... Oh, ya vale, el Martillo es neutro con las máquinas neutras, se resiste sólo a lo indigno...

*E) Ondas y mareas curvan los Océanos del Tiempo... (dedicado a Santi Gago)
(Gravitación diferencial y Curvatura)*

LÈVI-CIVITÁ: Albert me dijo que cuando terminase de interpretar a Mozart con los elfos, hablaría de mareas gravitatorias. (*Jocosos*) Y seguro que me considerará indigno si no os preparo una panorámica de la **curvatura** propia de la **variedad**. Pensemos en el **transporte paralelo** de un vector sobre arcos de geodésicas interconectados que “cierran” un camino, terminando en el mismo punto donde se comenzó, esbozada en el dibujo:



En general, la **dirección** final del vector transportado NO coincidirá con la inicial.

El ángulo de desviación de la dirección será una medida de la curvatura para superficies.

Esta construcción se establece punto a punto para toda hoja bidimensional (sección) contenida en la variedad. Las **curvaturas seccionales** para una base de campos tangentes transforman tensorialmente, y constituyen el **tensor de curvatura de Riemann**, cuyas componentes dependen de los símbolos de Christoffel y de sus derivadas [4]:

$$R_{ijk}^s = \partial_j \Gamma_{ik}^s - \partial_i \Gamma_{jk}^s + \sum_l \Gamma_{ik}^l \Gamma_{jl}^s - \sum_l \Gamma_{jk}^l \Gamma_{il}^s$$

Su significado (conmutador de derivadas covariantes) se manifiesta en la expresión intrínseca:

$R(X, Y, Z, W) = g(R(X, Y)Z, W)$ proyección del operador curvatura

$$R(X, Y)Z = \nabla_Y \nabla_X Z - \nabla_X \nabla_Y Z + \nabla_{[X, Y]} Z$$

que transporta paralelamente sobre la variedad los vectores del campo Z por cuadriláteros formados por trozos de curvas integrales de los campos X e Y

RICCI: La anulación de la curvatura en todo punto significa que la variedad es **llana**, existiendo al menos un sistema de coordenadas donde todos los símbolos de Christoffel de la conexión son nulos por doquier (Notas E1 y E2). La condición es **paralelismo rígido** [8]:

Teorema: El **transporte paralelo** de Lèvi-Civita es **integrable** (independiente del camino) si, y sólo si, el tensor de **curvatura de Riemann es nulo** en todo punto.

Nota E1: Destacamos que las pseudofuerzas NO pueden dar lugar a curvatura intrínseca, porque son indisociables de ciertos referenciales peculiares, y todo símbolo de Christoffel relacionado exclusivamente con pseudofuerzas se puede anular cambiando de referencial.

EINSTEIN: *(al que no han escuchado volver con Gottlieb, tan absortos estaban)* ¡Claro, amigos! ¡¡Por eso la existencia de **curvatura de Riemann no nula** es la clave para reconocer la presencia de gravedad, distinguiéndola automáticamente de las pseudofuerzas !!.

RIEMANN: Ya comprendemos algo que mencionaste en la argumentación del postulado de las geodésicas: su curvatura “lineal” anuncia ya la presencia de curvatura en la propia variedad. Por definición de geodésica, y ahora también por ser **efecto exclusivo** y **universal** de la gravedad (física). Pero el espacio-tiempo puede presentar otras curvaturas. Por ejemplo la que emana de la desviación geodésica, la curvatura de marea.

Nota E2: El Teorema del entorno coordenado normal afirma que **en cada punto** de cualquier variedad con conexión afín existe un entorno (convenientemente pequeño) don-

de las coordenadas son “normales” (**todos** los símbolos de Christoffel **en el punto** se anulan). Precisamos:

- a) La anulación de los símbolos de Christoffel en el punto no implica la de sus derivadas.
- b) La anulación ocurre en el punto, no en el entorno (si no, la variedad sería llana en el entorno)
- c) El Teorema no se puede extender a una curva, excepto punto a punto. Un observador en caída libre tendría que **cambiar** sus coordenadas punto a punto para aplicarse el Teorema. La relatividad especial no es exacta, ni en el entorno ni sobre la geodésica de caída libre.

EINSTEIN: Las **mareas** manifiestan la **falta de uniformidad** del campo gravitatorio, llamada **gravitación diferencial**. Geodésicas congruentes próximas pueden conservar la separación relativa o bien aproximarse entre sí, revelando cierta **curvatura**. Este efecto geométrico se llama **desviación geodésica**, pero los observadores lo interpretan como **aceleración transversal** relativa debido a una **“fuerza de marea”** no-lineal (en velocidad).

LÉVI-CIVITÁ: Sea V el campo velocidad de una familia de geodésicas congruentes, etiquetadas con un parámetro (p) independiente del tiempo propio. Llamemos S al campo vectorial que mide la **separación transversal** entre geodésicas (base local de campos incluye direcciones S y V). Igulemos las expresiones intrínseca y coordenada del tensor de Riemann, y sea $X = V, Y = S, Z = V$. La **aceleración transversal** depende de la **“fuerza de marea”** K (Ec Dif de la **desviación geodésica**).

$$\nabla_S \nabla_V V^P - \nabla_V \nabla_S V^P + \nabla_{[S,V]} V^P = R_{abc}^P V^a S^b V^c$$

Primer término cero por ser nula la aceleración covariante en geodésicas. Notar abc índices mudos.

$$S \text{ conmuta con } \nabla \quad \nabla_S V - \nabla_V S = [S, V] = 0 \quad \text{así} \quad \nabla_S V = \nabla_V S$$

$$\frac{D^2 S^P}{d\tau^2} \equiv \nabla_V \nabla_V S^P = \nabla_V \nabla_S V^P = -R_{abc}^P V^a S^b V^c \equiv K_b^P S^b$$

EINSTEIN: Y para cerrar la Teoría, busqué una **“Ecuación de Campo”** que indicase cómo **el contenido energético total en cada zona controla las curvaturas intrínsecas** de dicha región. El tensor de Riemann porta información redundante sobre curvaturas, y conviene tomar un “promedio” que condense la información: la contracción o traza que da lugar al tensor “curvatura Ricci”, que NO es conservado. Pero el tensor T “densidad de energía total” sí lo es, por lo cual **CURVATURA RICCI = - ENERGÍA** sería inconsistente.

RICCI: Pero si restamos el valor que impide la conservación, mitad de la curvatura escalar por la métrica, tendremos un tensor conservado (equivalente al Ricci), el llamado “tensor de Einstein”.

CURVATURA EINSTEIN = - DENSIDAD ENERGÍA TOTAL CONSERVADA

$$Ricci - \frac{1}{2} Rg = -\chi T \quad \text{con} \quad div(T) = 0$$

EINSTEIN: ...Similar a la ecuación tensorial de la teoría de la elasticidad. Viene a decir que **la materia curva el espacio-tiempo** “elástico” (de constante “elástica” $\chi =$

$8\pi G/c^4$). Incluso podría tener lugar la transmisión de **ondas gravitatorias** detectables generadas por enormes mareas... Pero será mejor comentar los efectos que derivan de la **Ecuación de Campo** en otra ocasión... Quedan aún muchos cantos y relatos por disfrutar hasta que amanezca...

LOS TRES ALTOS ELFOS: Nosotros nos retiramos. Se nos aguarda en otro reino. ¡Hasta pronto, amigos! (*se despiden al dejarlos en la fiesta élfica*) ¡Ha sido un honor y una alegría!.

RELATIVIDAD GENERAL

“Las leyes físicas deben admitir forma válida en toda referencia. No hay observadores privilegiados a priori”

“Existe una ley física (gravedad) que para lograr dicha forma universal, exige curvatura espacio-temporal”

GEOMETRÍA AFÍN (Paralelismo - 4D)	UNIFICACIÓN GEOMÉTRICA DE INERCIA Y GRAVEDAD	GEOMETRÍA MÉTRICA (Módulos y ángulos - 4D)
<p style="text-align: center;">INERCIA Transporte paralelo definido por caminos (equivale a) una Diferenciación Covariante ∇</p>	<p style="text-align: center;"><i>CONEXIÓN AFÍN ISOMÉTRICA</i> $\nabla g = 0$ El Transporte paralelo conserva la métrica, mas depende de ella Efectos métricos: $E = m_0 c^2$ Conservación del impulso energía</p>	<p style="text-align: center;">POTENCIALES GRAVITATORIOS Métrica de Lorentz g Arco semi-Riemanniano Efectos métricos <u>directos</u> sobre relojes y cuerpos</p>
<p style="text-align: center;">MOVIMIENTO AUTOPARALELO Geodésicas Afines</p>	<p style="text-align: center;"><i>ESPACIO-TIEMPO SIN TORSIÓN</i> La conexión simétrica es <u>única</u> Unicidad de las geodésicas</p>	<p style="text-align: center;">ACCIÓN de la GRAVEDAD (principio variacional Ley) Geodésicas Métricas</p>
<p style="text-align: center;">EQUILIBRIO Aceleración covariante nula. Campo de velocidades autoparalelo</p>	<p style="text-align: center;">PRINCIPIO DE EQUIVALENCIA Cada movimiento gravitacional equivale a la flotación en <u>equilibrio por una geodésica.</u> El Spray equivale a la Conexión</p>	<p style="text-align: center;">INTENSIDAD DE CAMPO GRAVITACIONAL Campo “Spray geodésico” (similar a las pseudofuerzas) NO campo de fuerzas externo Geodésicas “líneas de campo”</p>
<p style="text-align: center;">CURVATURA (Desviación geodésica)</p>	<p style="text-align: center;">ECUACIÓN DIFERENCIAL DE LA DESVIACIÓN GEODÉSICA Ondas gravitatorias</p>	<p style="text-align: center;">MAREAS GRAVITATORIAS (Gravitación diferencial)</p>

“La geometría de los Elementos es una geometría que hoy podríamos considerar geometría física, ya que para Euclides y Aristóteles los términos de sus proposiciones se refieren con toda exactitud a los campos naturales de la realidad del mundo físico, con una referencia única que es simultáneamente inmediata y última. Es una geometría que pretende estudiar la estructura del espacio físico” [10]

MECÁNICA RELATIVISTA “GEÓMETRO – CRONO – DINÁMICA”		
<p>MOVIMIENTO GENERAL (Aceleración cualquiera, incluido el equilibrio)</p>	<p>LEY DE NEWTON-EINSTEIN</p> $\frac{DV}{ds} = \mathbf{F} \quad s = \frac{\tau}{m_0}$ <p>s con parámetro afin</p>	<p>CAMPOS DE FUERZA (no gravitatorios) Y GRAVEDAD (inscrita en la Aceleración)</p>
<p>CURVATURA DE RICCI (Ric) Y ESCALAR (R) ESPACIO-TEMPORAL</p>	<p>ECUACIÓN DE CAMPO</p> $\text{Ric} - \frac{1}{2}R g = -\chi T$ $\chi = 8\pi G / c^4$ <p>CURVATURA \propto - ENERGÍA</p>	<p>CAMPO TENSORIAL (T) “PRESIÓN ENERGÍA” + “TENSIÓN ENERGÍA”</p>

“La materia le dice al espacio cómo curvarse; el espacio le dice a la materia cómo moverse” J. Wheeler

Epílogo: En las planicies plateadas del Círculo Polar...

MOZART: Bien, ya podemos dejar los mantos élficos... Temo no llegar a tiempo para el estreno de mi Poema Sinfónico MCXXV. Ludwig es muy capaz de empezar sin mí...

FROH: *(antes Felix)*: Calma, joven Gottlieb, digo Amadeus. Aquí puedo abrir rápidamente el Puente del Arco Iris sin hacer ostentación... Se confunde con la aurora boreal... ¡Ja, ja...!

ATENEA: *(con un grito de triunfo, mientras se revela su reluciente armadura de oro)* Estaba ya cansada de oírme como la discreta Sophia. Sobre todo porque tú, primo, has estado a punto de descubrirnos... no cesabas de mentar el Arco... y hasta el Martillo de tu hermano...

FROH: ¿¿Yo???. ¿Y tu lechuza mensajera?. ¿Y la satisfacción al desenmascarar a Platón...?

ATENEA: Tal era la misión que me confiaron. Permití que me acompañara Mozart porque me rogó poder compartir con el profesor Einstein la alegría de interpretar juntos su música; sin embargo, tú solito te apuntaste a la encomienda, para conocer a tus admirados poetas...

FROH: *(irónico)* Vamos, que tú no has disfrutado nada con Einstein y los geómetras...

MOZART: Por favor, que no nos retrase más la discusión. Oigo sonos desde las lejanías, fijo que ya han comenzado. Lo que no entiendo es el motivo de tanto secreto. Podíais haber comentado con Einstein alguna idea sobre futuros descubrimientos...

ATENEA: Él lo sabe: la Naturaleza se esconde, pero no por malicia... Desvelar el misterio antes de tiempo estropea la sorpresa... Raffiniert ist der Hergott aber boshaft ist er nicht...

(Froh alza los brazos bañados en luz, forjando el cauce formidable del Puente. En seguida se dirigen hacia la magnífica visión del Arco curvado entre el planeta azul y la luna de plata)

FROH: *(unen las manos para avanzar por la corriente iridiscente)* Si guardamos silencio, quizá logremos escuchar algún fragmento cíclico sincrónico (que los mortales llamarían “quantum”) de tu nuevo Poema Sinfónico, mientras retornamos a las Eternas Alturas Olimpíonikas... ¡Navegad serenos por los elevados caminos de la luz!...

(Marchan sonriendo mientras los envuelven etéreas voces y clarísimos sonidos, cada vez más nítidos)

Oh, Felices Navegantes que vais hacia lo lejos,
allende islas grisáceas, más allá de la Tierra Media. . .
a los grandes Portales de las Últimas Playas,
al extremo Confín donde Fuentes incontables
manan Estrellas que se entrelazan en Espuma . . .

. . . vosotros, con Canto Solemne y Música de Arpas
cruzáis lóbregas Nieblas y Mares sombríos
hasta la última Costa donde están los Dos Árboles
que dan como flor la Luna y como fruto el Sol,
donde la luz terrena descansa y regenera . . .

.....

. . . en esa Luz cuya Sonrisa enciende el Universo,
Belleza en la que Todo opera y obra,
Gracia Bienaventurada del origen
que Sombra y Mal no pueden eclipsar;
en el Amor Inmortal que a través
del Velo del Ser, entretejido sin saberlo
por el hombre, el animal, la tierra, el mar, el aire,
arde brillante o tenue, pues cada cual refleja
el mismo Fuego que anhela . . .

.....

. . . y tañe en las Estrellas: cifras invisibles
se colman; aumentan en el Espacio
caudales de átomos. Irradian Tonos.
Y lo que aquí es oír, en su Caudal
es también ver : esas Catedrales abovedándose
dondequiera que sea en lo Ideal.

Donde la Música está, comoquiera que la Luz
se vierta en los oídos cual lejano Sonido . . .

. . . entre éste y aquel vibrar,
resuena inefable la Sobreabundancia . . .

Música: tú, Agua de nuestra fuente;
tú, Surtidor que cae; tú, Tono que se refleja,
tú, feliz despierta en el velar asida,
tú, simple Quietud completada por el Aflujo.
Tú, más que nosotros. . . de todo porqué
liberada . . .

BIBLIOGRAFÍA (III)

- [1] EINSTEIN, A. "Contribuciones a la Ciencia y otros ensayos". Ediciones Orbis. 1988.
- [2] FREEMAN, K. "A historical overview of Connections in geometry". Wichita State University. 2011
- [3] GARAY, LUIS J. "Notas de Geometría Diferencial Clásica" Universidad Complutense de Madrid. 2006
- [4] DO CARMO, M. "Riemannian Geometry". Ed Birkhauser. 1993.
- [5] MISCHENKO, A & FOMENKO, A. "A course of Differential Geometry and Topology". MIR. 1988
- [6] SHIFRIN, T. "Differential Geometry. A first course in curves and surfaces". University of Georgia. 2014
- [7] MONTESDEOCA, A. "Introducción a las Variedades diferenciables". Universidad de La Laguna. 1997
- [8] MONTESDEOCA, A. "Geometría Diferencial de curvas y superficies". Universidad de La Laguna. 2004
- [9] EINSTEIN, A. "El significado de la relatividad". Ed Planeta Agostini. 1985
- [10] MARTÍNEZ NAVEIRA, A. "La curvatura de Riemann a través de la Historia".
- [11] WEINBERG, S. "Gravitation and cosmology". John Wiley & Sons.
- [12] BYRON, KEATS, SHELLEY,... "Poetas Románticos Ingleses". Clásicos Universales Planeta.
- [13] RILKE, R. M. "Nueva Antología Poética" Colección Austral. Ed. Espasa.



I.E.S. ANTONIO DE MENDOZA
ALCALÁ LA REAL - JAÉN