

La divulgación del conocimiento geográfico: desarrollo del documental “La Teledetección: descubriendo el territorio invisible”

D. Borini Alves^{1,2}, A. L. Montealegre Gracia¹, P. Ibarra Benlloch¹

¹ Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Grupo GEOFOREST-IUCA, Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna 12, 50009, Zaragoza, España.

² CAPES Foundation, Setor Bancário Norte, Quadra 2, Bloco L, Lote 06, Brasília, Brasil.

dborini@unizar.es, monteale@unizar.es, pibarra@unizar.es

RESUMEN: El documental de divulgación científica se revela como un buen soporte para transmitir a un público amplio los resultados de la actividad científica en Geografía, configurándose como un importante recurso audiovisual en el ámbito de la educación formal y no formal. Este trabajo es producto de la sistematización de la experiencia de elaboración del recurso audiovisual “La Teledetección: Descubriendo el territorio invisible”, realizado con el objetivo de difundir la importancia de esta rama de conocimiento geográfico en el ámbito del análisis espacial y de la representación cartográfica, reflexionando sobre la concepción, el proceso metodológico y algunas de las características de este género, en un intento de describir y analizar el documental realizado, con el propósito de servir de experiencia referente para otros geógrafos o de constituir un material didáctico para su uso en la enseñanza. Como principales resultados se encuentran la creación y realización del documental, el conocimiento teórico-metodológico adquirido sobre la totalidad del proceso de producción audiovisual y la incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación.

Palabras-clave: divulgación científica, recurso audiovisual, documental, Teledetección.

1. INTRODUCCIÓN

Divulgar y compartir la producción del conocimiento científico en Geografía es una tarea fundamental para que la disciplina pueda ejercer su papel crítico y constructivo en la sociedad (Ursua, 2002). Las publicaciones especializadas, como las revistas y los libros científicos, se circunscriben a un público experto donde el lenguaje, la estructuración textual y la terminología restringen su alcance. Sin embargo, es necesario hacer llegar este conocimiento a un público más amplio, lo cual exige una adecuación de sus contenidos para promover su interés (León, 2002). En este sentido, el documental de divulgación científica se revela como una buena alternativa para transmitir a la sociedad los resultados de la actividad científica (León, 2010), presentando un tema de interés para la comunidad y adaptando sus contenidos a un contexto de vigencia perdurable, un factor a tener en cuenta en la cambiante era digital actual. Por estas razones, el documental se configura como un interesante recurso audiovisual en el ámbito de la educación formal y no formal (Fernández e Bello, 1999). No se trata de que todas las personas cuenten con conocimientos científicos avanzados sobre el tema, sino de que exista un cierto conocimiento de los valores de la ciencia, especialmente del rigor, espíritu crítico y método científico, así como de sus logros más relevantes.

Desde de esta perspectiva, en el marco del *V Taller de Guión y Producción del Documental Científico*, organizado por la Unidad de Cultura Científica y de la Innovación (UCC+i) de la Universidad de Zaragoza, en colaboración con el Instituto de Ciencias de la Educación (ICE), y financiado por la Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (FECYT), del Ministerio de Economía y Competitividad, investigadores del grupo GEOFOREST-IUCA¹ han desarrollado el recurso audiovisual “La Teledetección: Descubriendo el

¹ El grupo GEOFOREST (Procesos GEOambientales en Espacios FORESTales) del Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Zaragoza (DGOT-UZ) forma parte del Grupo de Investigación de Excelencia E-68 en “Geomorfología y Cambio Global” (IPE-CSIC y Universidad de Zaragoza) del Gobierno de Aragón (BOA 54, 15 de mayo de 2006) y del Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA-UZ).

territorio invisible”, con el objetivo de difundir la importancia de esta rama del conocimiento geográfico en el ámbito del análisis espacial y la representación cartográfica. En este Taller los investigadores aprenden a producir de forma íntegra mini-documentales científicos que, posteriormente, se utilizan en formatos divulgativos (internet, proyecciones públicas, docuforum, congresos, jornadas, clases...).

Este trabajo es producto de la sistematización de la experiencia y la reflexión sobre la concepción (la idea inicial), el proceso metodológico (escaleta, plan de rodaje, filmación y edición gráfica), y algunas de las características de este género, en un intento de describir y analizar el documental realizado, con el propósito de servir de experiencia referente para otros geógrafos y de constituir un material didáctico para su uso en la enseñanza.

2. ETAPAS DE DESARROLLO DEL DOCUMENTAL CIENTÍFICO

Las etapas de desarrollo del documental científico siguieron los objetivos propuestos por el *V Taller de Guión y Producción del Documental Científico*: i) presentar las técnicas de producción de un documental científico, ii) mostrar los procedimientos necesarios para que los investigadores puedan convertirse en divulgadores su trabajo, iii) y producir un mini-documental (aproximadamente de 12 minutos de duración), que podrá ser utilizado tanto por los investigadores-autores del mismo, como por la UCC+i en acciones de divulgación de la ciencia.

En los siguientes apartados se describen los pasos seguidos en la elaboración del recurso audiovisual, empezando por la definición temática y la elección de la estrategia didáctica, continuando con la adaptación didáctica de los contenidos, el proceso de elaboración de la escaleta y del plan de rodaje, y finalizando con la descripción del rodaje y la edición gráfica.

2.1. Cuestiones preliminares: definición temática y estrategia didáctica

En primer lugar, se plantearon dos cuestiones iniciales: ¿Qué se quiere contar? y ¿Qué tipo de historia es la más adecuada? La respuesta a la primera cuestión está relacionada con la definición temática del recurso audiovisual, que se asocia a las líneas de investigación del grupo GEOFOREST-IUCA. En este sentido, la motivación partió del interés por contar de una manera comprensible la importancia de las técnicas de Teledetección en el estudio de los problemas medioambientales, especialmente de los incendios forestales. Dentro de esta temática general se dispuso en un listado los conceptos y temas que se creían convenientes tratar en el recurso audiovisual: el concepto de Teledetección desde el punto de vista de la Geografía, las aportaciones de la Teledetección en el ámbito científico, los estudios con sensores ópticos y activos, y la aplicación de las técnicas de Teledetección y SIG para el estudio y la cartografía de los incendios forestales. Cabe destacar que el listado de los contenidos es apenas una primera aproximación en relación a lo que se quiere contar en el documental. Hay que tener en cuenta la necesidad de transposición didáctica, que es el proceso por el cual se modifica cualitativamente el contenido de “saber científico” para adaptarlo a su enseñanza y hacerlo más comprensible (Lozano, 2009).

Con la definición del campo temático asociado a la necesidad de transposición didáctica, la segunda cuestión abordada fue la elección del tipo de historia, es decir, de la estrategia didáctica más adecuada para el tratamiento del tema. En el ámbito de la producción de documentales hay distintas maneras de abordar una determinada temática (Nichols, 2001): descripción histórica, ficción, discusión poética, naturaleza crítica o denuncia, etc., por lo que se optó por la estrategia narrativa a través de una historia contada en primera persona con un personaje principal, dado que permite acercar más la historia al espectador e incluso hacerlo partícipe para que se interese por la discusión del tema.

En la historia planteada, uno de los investigadores del grupo GEOFOREST-IUCA se convierte en el protagonista de una narrativa en la que desde niño sueña con poder ver más allá de lo que sus ojos son capaces de captar. Su anhelo se hace posible a través de su trabajo actual, invitando al espectador a conocer, en un viaje por el territorio que estudia, a su grupo de investigación, entre los cuales busca poner de manifiesto los distintos conceptos y temas seleccionados previamente a tratar. La historia se desarrolla en el municipio de Ejulve, provincia de Teruel, donde tuvo lugar el incendio forestal más extenso registrado en España en todo el año 2009, con 7.301,14 hectáreas quemadas. La elección de las localizaciones ha respondido a la necesidad de mostrar in situ una de las áreas estudiadas por el grupo GEOFOREST-IUCA, donde sus investigadores han aplicado diversas técnicas de Teledetección con la finalidad de expresar los resultados en cartografía útil para la investigación y la ordenación del territorio.

Por otro lado, surge una nueva cuestión: ¿Cómo estructurarla de forma que sea atractiva pero al mismo tiempo respete el rigor científico? La respuesta se ha encontrado en un planteamiento expositivo,

buscando intervenciones de expertos que confirman, complementan y alternan sus explicaciones con las del científico protagonista de la narrativa que marca el ritmo de la historia. Las intervenciones son sustentadas, por una parte en recursos de elaboración propia, basados en datos de investigaciones del grupo (gráficos, mapas, etc.), y por otra parte en archivos de libre acceso, como imágenes, vídeos y animaciones, para ilustrar la presentación de los distintos contenidos.

En relación a los recursos de elaboración propia, fueron desarrolladas cinco animaciones. En la primera, se utilizan fragmentos de imágenes de los sensores Landsat 5 y 8, descargadas desde <http://earthexplorer.usgs.gov>, que presentan la zona del incendio de Ejulve ocurrido el 22 de julio de 2009 y permiten delimitar su perímetro en tres momentos diferentes (un mes antes del incendio, dos meses después del incendio y cuatro años después del incendio), mostrando su potencial en el análisis de la dinámica de la zona incendiada. La segunda animación, elaborada sobre la imagen transcurridos dos meses después del incendio, presenta dos composiciones de color distintas empleando las bandas espectrales de Landsat (color real RGB 123 y falso color RGB 453) para evidenciar que es posible “ver” en otras longitudes de onda diferentes de las que percibe el ojo humano (400 a 700 nm). El tercer recurso es un gráfico animado del espectro electromagnético, en el cual se dibuja la firma espectral de un árbol y se distingue el porcentaje de energía reflejada en la región visible, infrarrojo cercano e infrarrojo medio. La cuarta animación presenta una clasificación de la altura del arbolado obtenida con datos LiDAR (*Light Detection And Ranging*) sobre la base de una ortofotografía aérea, mostrando el potencial de estos datos en el análisis de la estructura de los bosques y el quinto recurso muestra una síntesis del trabajo realizado por el grupo de investigación para “descubrir el territorio invisible” con ayuda de la Teledetección, describiendo las fases de análisis de las imágenes de satélite, el trabajo de campo, el tratamiento de la información y la cartografía de los resultados.

En cuanto a los recursos de libre acceso, gran parte de ellos proceden del repositorio *online Video Blocks* (<http://www.videoblocks.com>), de donde se obtuvieron vídeos y animaciones del movimiento de las nubes en el cielo, paisajes, del planeta Tierra o de satélites orbitando alrededor del mismo. Otra fuente de información fue la *NASA Scientific Visualization Studio* (<http://svs.gsfc.nasa.gov/vis/>), desde la cual se descargaron animaciones asociadas a sensores satelitales y al funcionamiento de la tecnología LiDAR.

2.2. Elaboración de la escaleta y del plan de rodaje

En el ámbito cinematográfico, la escaleta se refiere al listado de escenas o secuencias que componen la historia que va a ser contada (Sánchez-Escalonilla, 2001). De este modo, y de acuerdo con la historia planteada, se elaboró la escaleta del documental, que contiene la división de la narrativa por secuencias cronológicas (23 en total), donde se describen el texto a narrar, el audio, las imágenes y la duración prevista para cada una de las escenas. En la Tabla 1 se muestra, a modo de ejemplo, un fragmento de la escaleta que hace referencia a la parte inicial del documental.

A continuación hay que estructurar el plan de rodaje, que es el instrumento esencial para el proceso de grabación del documental (Quesada, 1996), ya que en él se presenta todo el aspecto logístico para la realización de las secuencias previstas en la escaleta. Como se observa en el fragmento del plan de rodaje del documental (Tabla 2), se describe por planos el efecto previsto (exterior o interior/ día o noche), la referencia del plano con la secuencia de la escaleta, el decorado (localización), el tipo de acción prevista, la hora de inicio y final de cada plano, y el texto sugerido para el audio de la escena. Además de estas informaciones, un buen plan de rodaje también contiene informaciones sobre la previsión meteorológica, indicando los horarios de amanecer y atardecer, la dirección del viento, la especificación exacta de las localizaciones de filmación y la duración de la jornada de trabajo.

En la Tabla 2 se puede apreciar el carácter “no lineal” del proceso de grabación en relación con la secuencia lógica de la historia. Los dos primeros planos planteados hacen referencia a la secuencia número 13 de la escaleta junto al Mirador Peña de los Órganos. El tercer plano hace referencia a la primera secuencia del documental, grabada en el Mirador de Cabezo Gordo.

Tabla 1. Fragmento de las cuatro secuencias iniciales de la escaleta del documental.

Sec.	Texto completo	Audio	Imágenes	Duración
1	<i>“Siempre sueño que mis ojos pueden ver más de lo que ven y me imagino descubriendo maravillas ocultas en todas partes... en los árboles, en las rocas, en el suelo... como molaría ver las cosas de otra forma! y además desde arriba, como volando, subiendo hasta el espacio para ver este paisaje, y toda la Tierra! Sí, estaría genial!”</i>	Voz en off de Pablo. Sonido de pisadas y sonidos propios de la naturaleza. Comienza a sonar una música suave que va aumentando en intensidad.	Plano corto de las zapatillas de Pablo andando y progresivamente mostrándolo al completo de espaldas y luego de escorzo. Va vestido con unos vaqueros y un anorak rojo. Se aproxima a un mirador para contemplar el paisaje, coge los prismáticos que lleva al cuello, mira al horizonte y finalmente al cielo.	20”
2	<i>“En aquel momento, cuando tenía tan solo 12 años, desconocía que compartía uno de los sueños de Sócrates... dijo que la humanidad debería elevarse por encima de la Tierra al techo de la atmósfera y más allá, porque solamente eso nos permitiría observar el mundo en el que vivimos.”</i>	Voz en off de Pablo y música que crece en intensidad.	Recurso de video de nubes en el cielo que cambia a otro en el que aparece el planeta Tierra.	20”
3	<i>“Estaba convencido de que podría conseguirlo, aunque no sabía cómo... tal vez convirtiéndome en astronauta, o inventando unas gafas especiales de visión... pero no fue nada de esto lo que me permitió alcanzar mi sueño de estudiar lo invisible. ¿Me acompañáis a descubrir cómo lo he conseguido?”</i>	Voz en off de Pablo	Alberto está de pie en el mismo punto mirando el paisaje con los prismáticos, se vuelve hacia la cámara. Plano en torno a Alberto. Comienza a hablar. Está vestido con vaqueros y anorak rojo.	15”
4	Título: “La Teledetección: descubriendo el territorio invisible”	La música aumenta de volumen.	Alberto desde lejos con un paisaje de fondo. El título aparece sobre el horizonte.	5”

2.3. Rodaje y edición gráfica del documental

La grabación del documental tuvo lugar en el día 22/02/2014 en distintos parajes de Ejulve, como el mirador de Cabezo Gordo, el mirador Peña de los Órganos, la Masía de la Peladilla, una zona del incendio de 2009 y el mirador de los Órganos de Montoro. La jornada de trabajo duró aproximadamente 12 horas (de 07:30 h a las 19:30 h). Siguiendo las pautas marcadas en el plan de rodaje, por la mañana se grabaron las escenas referentes a los apartados inicial y final del documental en los miradores de Cabezo Gordo y de los Órganos de Montoro, y por la tarde, en la Masía de la Peladilla y en la zona del incendio. Además de filmar al protagonista y las intervenciones de los miembros del grupo GEOFOREST-IUCA, se tomaron imágenes a modo de recurso para, en la fase posterior de edición y montaje del documental, ayudar en las transiciones entre escenas (imágenes de ramas y troncos quemados, vehículo en movimiento, personas haciendo trabajo de campo, etc.).

A partir del material grabado, el siguiente paso consistió en el proceso de edición y montaje final del documental. Utilizando el software *Final Cut Pro X*, este procedimiento consistió en seleccionar el material grabado y los recursos de elaboración propia y de archivo con el objetivo de generar el recurso audiovisual definitivo. Una vez se incorporaron los materiales visuales de acuerdo con la secuencia lógica establecida, se puso el audio (voz y música) a las imágenes. Cabe destacar que en esta etapa es habitual que el orden de las secuencias varíe en relación con la escaleta definida, dado que es necesario ajustarlo a las escenas finalmente grabadas y a la necesidad de que la historia sea atractiva.

Tabla 2. Fragmento del plan de rodaje del documental realizado.

<i>Plano</i>	<i>Efecto</i>	<i>Ref. con escaleta</i>	<i>Decorado</i>	<i>Tipo plano / acción</i>	<i>Timing</i>	<i>Texto sugerido para el audio de la escena</i>
1	Ext/día	13	Mirador Peña de los Órganos	Antonio y Alberto caminando cerca del mirador. Grabar distintos recursos (los dos pueden simular que están en una conversación).	9:30 h	Sin texto ni audio.
2	Ext/día	13	Mirador Peña de los Órganos	Antonio explicando los sensores activos Rada y LiDAR.	9:40 h	<i>“Pues sí que podemos, gracias a los sensores activos que emiten su propio flujo electromagnético [...]”</i>
3	Ext/día	1	Mirador Cabezo Gordo	Plano corto de las zapatillas de Pablo andando y progresivamente mostrándolo al completo de espaldas y luego de escorzo. Va vestido con unos vaqueros y un anorak rojo. Se aproxima al mirador para contemplar el paisaje, coge los prismáticos que lleva al cuello, mira al horizonte y finalmente al cielo.	10:35 h	Voz en <i>off</i> de Pablo.

3. DESCRIPCIÓN Y ANALISIS DEL RECURSO AUDIOVISUAL GENERADO

El documental desarrollado presenta una historia en la que de la mano de un niño, que luego se convierte en geógrafo, se muestra la investigación que se realiza para descubrir el “territorio invisible” a través de las técnicas de Teledetección, que proporcionan información sobre longitudes de onda no visibles captadas por sensores activos y pasivos, para dar respuesta a importantes problemas sociales y ambientales como son los incendios forestales. Desde una zona incendiada localizada en Ejulve, los investigadores del grupo GEOFOREST-IUCA muestran mediante el trabajo de campo cómo se relaciona la realidad con los datos de Teledetección y cómo se expresan los resultados en cartografía útil para la investigación y la ordenación del territorio. El documental, disponible en <https://vimeo.com/96893590>, tiene una duración de 12:53 minutos y consta de tres partes principales: introducción, nudo o desarrollo de la historia y desenlace final, las cuales se describen y analizan en los siguientes apartados.

3.1. Introducción

El inicio del documental se desarrolla en el Mirador de Cabezo Gordo, donde el protagonista, aún niño, mira el paisaje con sus prismáticos y nos cuenta su sueño: *“Siempre sueño que mis ojos pueden ver más de lo que ven y me imagino descubriendo maravillas ocultas en todas partes... en los árboles, en las rocas, en el suelo... como molaría ver las cosas de otra forma! y además desde arriba, como volando, subiendo hasta el espacio para ver este paisaje, y toda la Tierra! Sí, estaría genial!”*. El niño mira hacia al cielo y observa el movimiento de las nubes, cuando se produce una transición de imágenes donde se ve la Tierra en su movimiento de rotación. Una nueva transición de escala hace volver al Mirador de Cabezo Gordo, donde aparece de nuevo el protagonista pero de esta vez ya adulto (Figura 1), que cuenta: *“En aquel momento, cuando tenía tan solo 12 años, desconocía que compartía uno de los sueños de Sócrates... dijo que la humanidad debería elevarse por encima de la Tierra al techo de la atmósfera y más allá, porque solamente eso nos permitiría entender el mundo en el que vivimos. Estaba convencido de que podría conseguirlo, aunque no sabía cómo... tal vez convirtiéndome en astronauta, o inventando unas gafas especiales de visión... pero no fue nada de esto lo que me permitió alcanzar mi sueño de estudiar lo invisible. ¿Me acompañáis a descubrir cómo lo he conseguido?”*.



Figura 1. El protagonista en el Mirador de Cabezo Gordo. A la izquierda, aún niño, representado por Pablo Martínez, y a la derecha, ya adulto, Alberto García, investigador del grupo GEOFOREST-IUCA. Se puede apreciar la analogía entre ambos protagonistas lograda con un vestuario idéntico y situados en la misma posición de la escena.

Esta cuestión final invita al telespectador a que conozca la Teledetección y sus aportaciones en el ámbito de la investigación del territorio. Con la pregunta lanzada, se finaliza este breve apartado introductorio, con duración de 1:42 min. Esta estrategia es bastante habitual en la producción de documentales científicos, donde los primeros minutos introducen la temática de manera atractiva con el objetivo de captar la atención del telespectador.

3.2. Nudo

El documental continúa con el protagonista dirigiéndose en coche hacia una zona de estudio, donde cuenta que: *“En realidad mi sueño es compartido, el ser humano ha tenido siempre el anhelo de poderse elevar sobre el horizonte y poder observar el territorio, las distintas características del paisaje de una forma más global. Es con la aparición de los primeros sistemas aéreos cuando el hombre pudo hacer realidad este sueño[...] El gran salto se dio hace unas décadas con el lanzamiento de los primeros satélites que orbitan alrededor de la Tierra equipados con sensores que son capaces de ver el territorio que nos rodea de una forma mucho más completa, mucho más global. La técnica que permite captar estas imágenes desde los satélites o desde otros sistemas, otras plataformas como los aviones y la interpretación de estas imágenes, eso es la Teledetección”*. Este apartado permite enlazar el sueño presentado en la introducción con la perspectiva de los estudios de Teledetección de una manera contextualizada.

A continuación, el protagonista expone la problemática que introducirá el resto de las intervenciones de los investigadores en el documental, referida a la utilidad de la Teledetección. En este sentido, el protagonista comenta: *“Entre las múltiples aplicaciones que tiene la Teledetección, está el estudio de los espacios forestales y de los incendios que los afectan. Precisamente he quedado con mi amigo José Manuel, que nos va a contar que ocurrió aquí exactamente”*. Esta secuencia es un diálogo entre Alberto y José Manuel Salvador, geógrafo de la Asociación para el desarrollo del Maestrazgo, que cuenta al protagonista el impacto del incendio forestal que ocurrió en esa zona en julio de 2009, afectando a varias localidades, entre ellas Ejulve.

Desde el problema del incendio forestal se introduce la explicación de cómo Alberto y su grupo de investigación utilizan las técnicas de Teledetección para “descubrir el territorio invisible”. El protagonista va al encuentro de otros investigadores del grupo donde encuentra al Dr. Juan de la Riva, que explica algunas posibilidades de análisis a través de la Teledetección en la zona de estudio (Figura 2): *“El hecho de que dispongamos de imágenes, en este caso cada 16 días nos permite introducir [...] el enfoque dinámico en el análisis, en este caso de la zona incendiada [...]. Aquí, hemos puesto una imagen que es en color, pero llamamos falso color porque nosotros no podemos ver el infrarrojo, pero lo representamos a través de colores. [...] vemos estas zonas que son más húmedas, zonas donde la vegetación tiene un mayor vigor. En definitiva, podemos estudiar muchos fenómenos que son en realidad problemas del análisis del medio ambiente, del territorio y que nos sirven, nos ayudan para ordenarlo, para gestionarlo de una forma eficaz y sostenible”*.

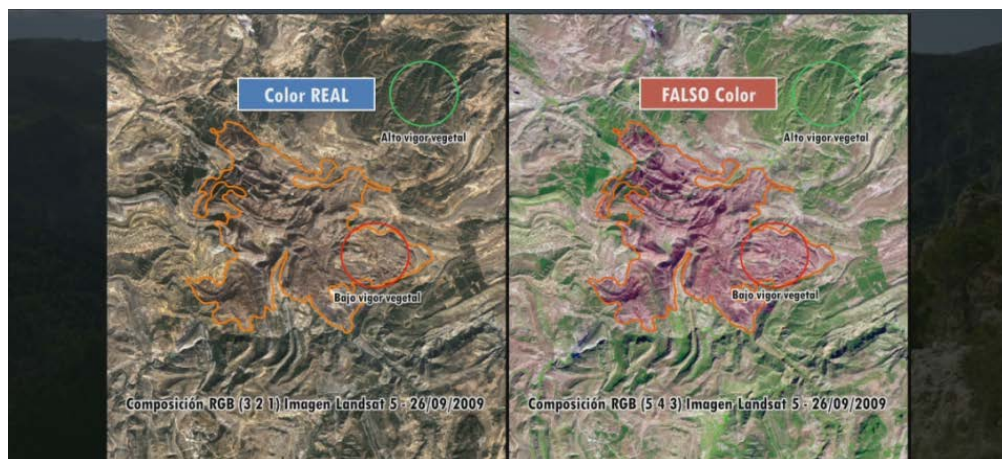


Figura 2. Composiciones de color real (izquierda) y falso color (derecha) generadas a partir de la imagen del satélite Landsat 5. La línea de color naranja delimita el perímetro del incendio forestal de Ejulve.

Alberto retoma el discurso para explicar el papel que juega el Sol en la Teledetección y dibuja en un papel cuáles son los componentes necesarios para que se pueda llevar a cabo: *“Para obtener estas imágenes que acabamos de ver con Juan, necesitamos una fuente de energía electromagnética y, dentro de las posibles la más habitual es el Sol. Los rayos solares son reflejados por la superficie terrestre y registrados por el satélite, que a su vez transmite esta información a las estaciones de tierra y la procesan”*. Esta afirmación proporciona el enlace para abordar la espectro-radiometría de campo, una de las técnicas utilizadas por el grupo de investigación para “descubrir el territorio invisible”. La Dra. Raquel Montorio, afirma que: *“El problema es que solo una parte de esa energía reflejada es visible por nosotros, por el ojo humano [...] y además la parte que no podemos ver es quizás la más rica en información, la que nos proporciona más detalles para conocer esas cubiertas, entonces necesitamos disponer de sensores que estén adaptados para ver en esa parte invisible. Un ejemplo sería la radiometría de campo. [...] si te fijas por ejemplo en este caso, estamos capturando la firma espectral de la vegetación. Aquí lo que vemos es todo el porcentaje de energía reflejada en todas las longitudes de onda del espectro”*.

Utilizando la animación que se presenta en la Figura 3, se muestra el espectro electromagnético con la firma de la vegetación que está siendo obtenida con el espectro-radiómetro, donde se explica que la región del visible, la más acotada del espectro, supone un porcentaje reducido de energía respecto del total. En contrapartida, en las otras regiones del espectro aparecen muchísimos más contrastes que permiten ver en el perfil la firma espectral de una vegetación vigorosa, concluyéndose que: *“Con radiometría de campo lo que podemos hacer es recoger una gran colección de firmas espectrales de todas las cubiertas superficiales, y luego aplicarlas para clasificar imágenes de satélite, por ejemplo de zonas que no conocemos o que incluso pueden ser inaccesibles”*.

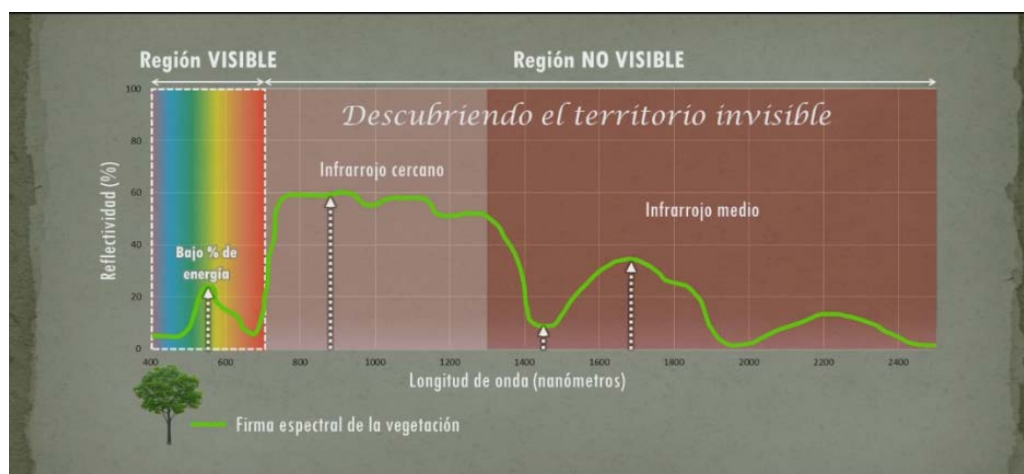


Figura 3. Firma espectral de un árbol, contrastando el bajo porcentaje de energía reflejada en la región visible en comparación con el resto de regiones “no visibles” del espectro electromagnético.

Las siguientes secuencias tienen como objetivo adentrarse en otro tipo de sensores denominados activos. El protagonista comenta que: “Hasta ahora hemos visto que el Sol hace posible la Teledetección, pero... imaginaos que es de noche, que no hay luz, o... que el cielo está totalmente cubierto de nubes, ¿ya no podemos obtener imágenes de la superficie terrestre?”, planteando así una nueva problemática.

La intervención del investigador Antonio Luis Montealegre contesta a la pregunta lanzada: “Sí que es posible porque existen sensores como el Radar y el LiDAR, que son capaces de emitir su propio flujo electromagnético que se dirige hacia la superficie terrestre y que luego es reflejado por esta, entonces la interacción es lo que captan estos sensores y lo que nos sirve a nosotros luego para hacer los estudios. Son capaces de atravesar barreras visuales como por ejemplo las nubes, [...] y además el láser es capaz de atravesar los huecos que hay en la vegetación, en las ramas, en las hojas... de tal manera que no solamente podemos obtener una visión tridimensional de la superficie terrestre, de lo que sería la parte superior, sino que además podemos ver, el terreno oculto bajo el bosque”.

A continuación, Alberto se dirige a la zona incendiada de Ejulve, donde la Dra. María Teresa Lamelas pone manifiesto la importancia de estudiar y analizar los incendios forestales con distintos sensores “Los sensores ópticos son muy válidos para la delimitación de los incendios, sobre todo si disponemos de imágenes previas y posteriores a los incendios debido al cambio del vigor vegetal, lo que pasa es que estos sensores no son capaces de registrar algunas variables de los bosques que son muy interesantes para el estudio, por ejemplo de la severidad de los incendios, variables como la altura de los árboles o la altura del sotobosque. Actualmente esto se puede solucionar con sensores activos, como los sensores SAR y los sensores LiDAR que capturan información de la estructura de la vegetación”. Mientras expone su idea, el recurso mostrado en la Figura 4 pone de manifiesto la aplicación de los datos LiDAR a un caso real para estudiar la altura de la vegetación.

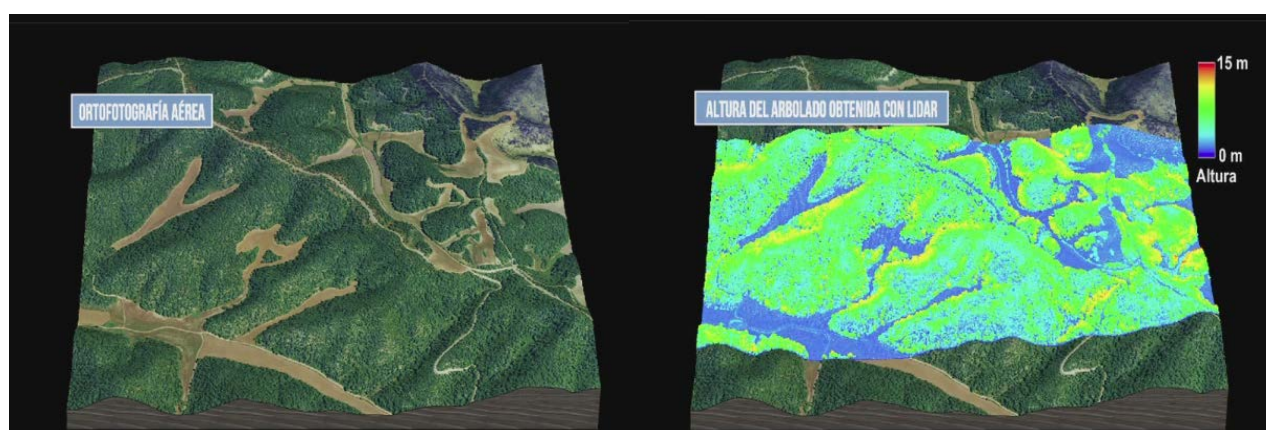


Figura 4. Aplicación de los datos LiDAR para la estimación de la altura del arbolado.

Finalmente, Alberto se encuentra con la Dra. Paloma Ibarra, que plantea la importancia del trabajo de campo: “Es imprescindible verificar sobre el terreno toda la información que nos dicen los satélites, esto ahora y siempre vamos! Hay que abrir como pequeñas ventanas de muestreo en lugares estratégicos para calibrar todo, para comprobar que hay buenas relaciones entre la realidad del campo y la de la imagen.[...] Además, todos los datos de campo que recogemos hay que procesarlos, interpretarlos y todo esto lo hacemos en nuestro laboratorio ERTAlab del Departamento de Geografía, y allí además eso luego lo volcamos en cartografía hecha con los Sistemas de Información Geográfica y ahí, de una forma inteligible, dinámica y útil podemos ofrecer esos resultados de nuestro trabajo, a diferentes destinos y usuarios”. Durante la intervención, una animación sintetiza el trabajo realizado por el grupo GEOFOREST-IUCA, desde el procesamiento de las imágenes de satélite, el trabajo de campo y el tratamiento de la información, a la cartografía de la severidad del incendio (Figura 5).

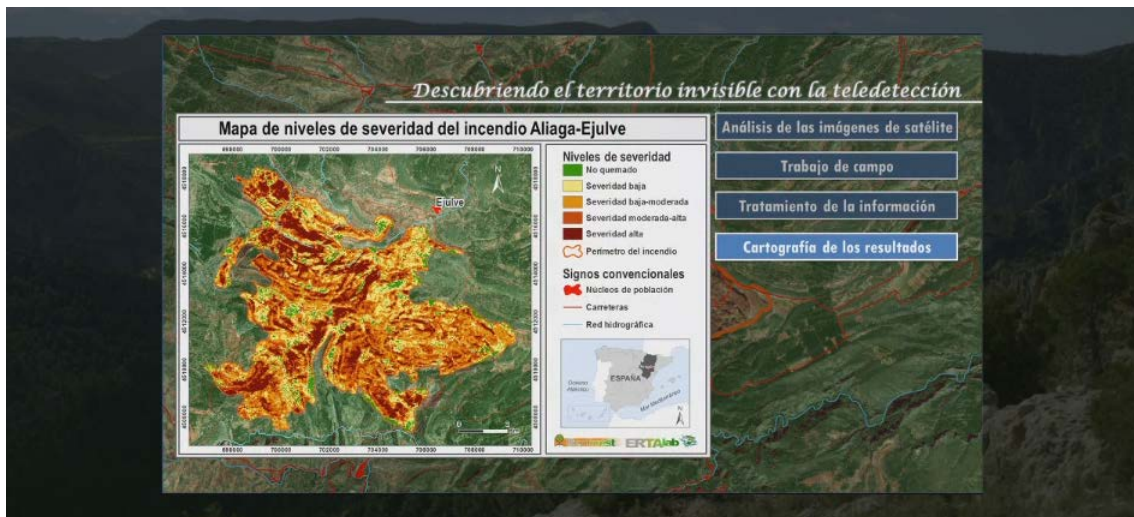


Figura 5. Imagen final de la animación que resume las fases de trabajo habituales para “descubrir el territorio invisible” y obtener una cartografía del fenómeno estudiado.

3.3. Desenlace

El desenlace del documental ocurre en el mismo escenario que empezó, el Mirador de Cabezo Gordo. Allí aparece de nuevo el protagonista de la historia, aún niño, que camina observando el paisaje mientras la voz en *off* dice: “*Descubrir el territorio invisible, siempre pensé que conseguirlo me permitiría hacer cosas especiales y fascinantes, lo que no imaginaba era que ese conocimiento podría ayudar a resolver problemas importantes de nuestra sociedad, como por ejemplo los incendios*”. A continuación, el niño encuentra un papel en su bolsillo (Figura 6) y observa el dibujo que hizo el protagonista adulto para explicar los componentes de la Teledetección, lo que permite conectar ambas historias: “*aunque el futuro de la Teledetección no esté escrito en ningún papel, hay mucha gente con sueños como el mío, y vamos a seguir avanzando por este camino y dando color al territorio invisible en el que vivimos!*”.



Figura 6. El niño abre el papel que encuentra en su bolsillo y visualiza lo que fuera dibujado por el protagonista ya adulto.

4. CONCLUSIONES

Promover el interés por las distintas disciplinas científicas en la sociedad es una tarea de fundamental. Entre las distintas alternativas para la divulgación del conocimiento, la producción de un recurso audiovisual contribuye a que el público general conozca y sea capaz de reconocer la importancia del trabajo científico a la vez que exige al investigador un importante ejercicio de reflexión al respecto de su trabajo. En este caso, el conjunto de estrategias utilizadas para la creación del documental “La Teledetección: descubriendo el territorio invisible” permitió la divulgación de las investigaciones realizadas por los investigadores del grupo

GEOFOREST-IUCA en el contexto de las técnicas de Teledetección para el estudio de los incendios forestales.

Cabe destacar que los temas de investigación que implican análisis espacial y representación cartográfica son muy variados y combinan siempre un interés territorial ligado a la zona en la que se estudian, un interés propiamente científico ligado al tema concreto que se investiga y un interés metodológico ligado a las técnicas que se aplican. La idoneidad del recurso audiovisual para mostrar este tipo de investigación espacial y cartográfica de forma rigurosa, al tiempo que es asequible y atractiva, es una conclusión esencial de este trabajo. Ello posibilita además su uso docente en niveles educativos de Secundaria y Bachillerato, con lo que se refuerza la tan necesaria interacción con la investigación y la docencia universitaria. Los requerimientos técnicos que la realización de estos recursos precisa, junto al considerable esfuerzo personal que conlleva y a la ausencia de reconocimiento en los baremos que evalúan la actividad del investigador, son los aspectos que dificultan que estos recursos audiovisuales sean más abundantes y puedan contribuir de una forma más eficaz a la difusión de la nuestra ciencia.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Carmina Puyod, responsable de la Unidad de Cultura Científica y de la Innovación por la organización del *V Taller de Guión y Producción del Documental Científico*, a Javier Calvo, director del taller, a José Carlos Ruíz y José Calvo, director de fotografía y ayudante de fotografía respectivamente, por su apoyo y dedicación en la elaboración del documental. También dan las gracias a Pablo Martínez, José Manuel Salvador y José María Ballesteros por su inestimable colaboración, así como al resto de miembros del grupo GEOFOREST-IUCA, tanto del Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio como del Centro Universitario de la Defensa de Zaragoza que han intervenido en la filmación.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Fernández, J.R.S., Bello, X.E.E. (1999): "La educación formal, no formal e informal y la función docente". *Innovación Educ.* 9, 311–323.
- León, B. (2010): "La ciencia en imágenes: Construcción visual y documental científico". *ArtefaCROs* 3, 131–149.
- León, B. (2002): "La divulgación científica a través del género documental". *Mediatika* 69–84.
- Lozano, G.A.B. (2009): "Transposición didáctica: bases para repensar la enseñanza de una disciplina Científica". *Rev. Académica e Inst. la UCPR* 17–38.
- Nichols, B. (2001): "What types of documentary are there?" En Nichols, B. *Introduction to Documentary*. Indiana University Press, Bloomington, pp. 99–138.
- Quesada, J.J. (1996): "El proceso de producción". En Quesada, J.J. *El Productor Cinematográfico*. Síntesis, Madrid, España, pp. 130–133.
- Sánchez-Escalonilla, A. (2001): *Estrategias de guión cinematográfico*. Ariel, Barcelona, España.
- Ursua, N. (2002): "¿Por qué hay que divulgar el conocimiento científico-tecnológico? Un plan de acción de la Unión Europea para mejorar las relaciones entre ciudadanos científicos y políticos". *Rev. int. Estud. vascos* 47, 371–386.