

El cine de catástrofes naturales como recurso educativo

Disaster movies as a didactic tool

DAVID BRUSI¹, PEDRO ALFARO² Y MARTA GONZÁLEZ³

¹ Departament de Ciències Ambientals/GEOCAMB. Facultat de Ciències. Universitat de Girona. E-mail: david.brusi@udg.edu

² Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Facultad de Ciencias, Universidad de Alicante. E-mail: pedro.alfaro@ua.es

³ Institut Geològic de Catalunya. Balmes 209-211. Barcelona. E-mail: mgonzalez@igc.cat

Resumen Este trabajo reflexiona sobre el rigor científico del cine de catástrofes en aquellas producciones en las que los riesgos naturales asumen un especial protagonismo. Es evidente que dichas películas constituyen un producto de “Ciencia ficción” y, como tales, no aspiran a una total verosimilitud. No obstante, creemos oportuno discutir la “responsabilidad social” del género en el tratamiento de los temas científicos. Por otra parte, constituyen un magnífico recurso educativo en Ciencias de la Tierra. En este trabajo se describen algunas propuestas existentes en la red y se apuntan algunas ideas para que los docentes organicen sus propias actividades didácticas.

Palabras clave: Cine de catástrofes, catástrofes naturales, actividades didácticas, medidas de autoprotección.

Abstract *This paper discusses the scientific rigor of disaster movies in those productions where natural hazards take on special importance. It is obvious that these films are a “science fiction” product and, as such, do not pretend to be absolutely plausible. However, we wish to discuss the “social responsibility” of the genre in the treatment of scientific issues. Moreover, they constitute an extraordinary educational resource on Earth Sciences. We describe some proposals on the Internet and we suggest some ideas for teachers to organize their own educational activities.*

Keywords: *Disaster movies, natural hazards, didactic activities, self-protection measures.*

INTRODUCCIÓN

La utilidad didáctica del cine en el contexto educativo ha sido ampliamente reconocida y abordada en múltiples trabajos. En el año 2008, el libro “Cine y educación” (Ambrós y Breu, 2007), publicado por la editorial Graó, obtuvo el Premio AULA¹ al “Mejor Libro de Educación 2007”.

En sus páginas, sus autores defienden que “Hay que educar para hacer posible ver películas en toda la extensión de la palabra. Se trata de luchar por romper con el hábito de “tragarse” películas sin

pensarlas...”. Este objetivo genérico adquiere un valor añadido cuando se aplica a los contenidos científicos de muchas producciones.

En este sentido, a lo largo de los últimos años ha aparecido una moda, que está muy relacionada con Internet, consistente en el análisis crítico de las películas que abordan algún aspecto científico. No son una excepción las películas de catástrofes naturales y en la red se pueden encontrar cada vez más páginas web o *blogs* donde se analizan, desde un punto de vista científico, diferentes producciones o escenas concretas de las mismas. Un aspecto positivo de esta corriente es que algunos de estos análisis son realizados por expertos en la materia, sus comentarios son publicados en páginas web institucionales, lo que garantiza en gran medida su rigor y calidad. Pero todavía más positiva es la elaboración y publicación de recursos educativos que pueden ser utilizados libremente por el profesorado con sus estudiantes.

Sobre la base de la comunicación “El cine de catástrofes, ¡qué catástrofe de cine!” (Alfaro *et al.*,

¹ Los Premios AULA tienen por finalidad estimular la investigación y la producción escrita del pensamiento educativo y pedagógico español y la edición de obras sobre teoría y práctica educativa. Están convocados por el Comité Organizador de AULA, Salón Internacional del Estudiante y de la Oferta Educativa, que organiza IFEMA-Madrid, con el patrocinio del Ministerio de Educación y Ciencia y con la financiación de la Obra Social Caja Madrid. La citada obra fue galardonada con el primer premio de la modalidad “b” (Obras sobre práctica educativa o de divulgación científica que puedan despertar el interés en los jóvenes).

un zoom de alejamiento de nuestro planeta para poner los créditos finales.

Las temáticas abordadas por el cine de catástrofes cubren un amplio abanico que incluye la mayor parte de los riesgos estudiados por las Ciencias de la Tierra (Tabla I). Un libro publicado en español: "Catastrorama" (Batlle, 1998) reúne los principales filmes realizados hasta esa fecha y también algunas páginas web contienen listados de producciones clasificadas por tipos de desastres (p.e. http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_disaster_films). Las

factorías de Hollywood hace mucho tiempo que apostaron por este género. Tras algunas películas clásicas memorables, la década de 1970 está repleta de títulos entre los que también abundan los desastres tecnológicos, incendios colosales o accidentes aéreos, entre otros. A la par que evolucionaban las técnicas de efectos especiales, desde finales de la década de los 90 hasta nuestros días, el cine de catástrofes ha animado las carteleras y las programaciones de las cadenas de TV en horarios de máxima audiencia.

	NOMBRE	AÑO	DIRECTOR	País
ALUDES	Avalanche Express	1979	Mark Robson	USA
	Vertical Limit	2000	Martin Campbell	USA
	Avalanche Alley	2001	Paul Ziller	Canadá
	Avalancha: Pánico en la cumbre	2004	Mark Roper	Canadá /Bulgaria/UK
TERREMOTOS	Deluge	1933	Felix E. Feist	USA
	San Francisco	1936	Woody Van Dyke	USA
	The Rains of Ranchipur	1955	Jean Negulesco	USA
	The Day the Earth Caught Fire	1961	Val Guest	Inglaterra
	Crack in the World	1965	Andrew Marton	USA
	Earthquake	1974	Mark Robson	USA
	Aftershock: Earthquake in New York	1999	Mikael Salomon	USA
	Epicentro. Epicenter	2000	Richard Pepin	USA
	Epoch	2001	Matt Codd	Finlandia
	10.5	2004	John Lafia	USA
	Descent	2005	Terry Cunningham	USA
	Nature Unleashed: Earthquake	2005	Tibor Takács	Canadá /Lituania/UK
	10.5: Apocalypse	2006	John Lafia	USA
	Megafault	2009	David Michael Latt	USA
	Aftershock	2010	Feng Xiaogang	China
	Doomsday Prophecy	2011	Jason Bourque	Canadá
	Earthquake in Tioga	2011	Brandon Nichols	USA
VOLCANES	The Last Days of Pompeii	1935	Ernest B. Schoedsack	
	Volcano	1950	William Dieterle	Italia
	Journey to the Center of the Earth	1959	Henry Levin	USA
	The Devil at 4 O'Clock	1961	Mervyn LeRoy	USA
	Krakatoa, East of Java	1969	Bernard L. Kowalski	USA
	The Island at the Top of the World	1974	Robert Stevenson	USA
	La isla del fin del mundo	1974	Robert Stevenson	USA
	El día del fin del mundo	1980	James Goldstone	USA
	Volcano	1997	Ck Jackson	USA
	Dante's Peak	1997	Roger Donaldson	USA
	Pompeii: The Last Day (docudrama)	2003	Peter Nicholson	Inglaterra BBC
	The Volcano Disaster	2004	Mark Roper	Bulgaria
	(Supervolcano (docudrama)	2005	Tony Mitchell	Inglaterra BBC
	End Day	2005	Gareth Edwards	Inglaterra BBC
	El hundimiento de Japón	2006	Shinji Higuchi	Japón
	Magma. Volcanic Disaster	2006	Ian Gilmore	USA
	Super Erupción	2011	Matt Codd	USA
DESASTRES HIDROGEOLÓGICOS	Deluge	1933	Felix E. Feist	USA
	The Dam Busters	1954	Michael Anderson	Inglaterra
	The Rains of Ranchipur	1955	Jean Negulesco	USA
	The Day the Earth Caught Fire	1961	Val Guest	Inglaterra
	Daylight	1996	Rob Cohen	USA
	Noah	1998	Ken Kwapis	USA
	Deep Impact	1998	Mimi Leder	USA
	The Day After Tomorrow	2004	Roland Emmerich	USA
	Evan Almighty	2007	Tom Shadyac	USA
	The Hurricane	1937	John Ford	USA
DESASTRES CLIMÁTICOS Y CALENTAMIENTO GLOBAL	Hard Rain	1998	Mikael Salomon	USA
	The Perfect Storm	2000	Wolfgang Petersen	USA
	Category 7: The End of the World	2005	Dick Lowry	USA
	End Day	2005	Gareth Edwards	Inglaterra
	Waterworld	1995	Kevin Reynolds	USA
	An Inconvenient Truth	2006	Davis Guggenheim	USA
	The 11th Hour	2007	Nadia Conners	USA
	Earth	2007	Alastair Fothergill	Inglaterra BBC
OTROS DESASTRES	When Worlds Collide	1951	Rudolph Maté	USA
	Meteor	1979	Ronald Neame	USA
	Night of the Comet	1984	Thom Eberhardt	USA
	Night of the Twisters	1996	Timothy Bond	Canadá /USA
	Twister	1996	Jan de Bont	USA
	Asteroid	1997	Bradford May	USA
	Armageddon	1998	Michael Bay	USA
	Deep Impact	1998	Mimi Leder	USA
	Judgement Day	1999	John Terlesky	Islandia
	Vajont: presa mortal	2001	Renzo Martinelli	Italia
	The lord of the rings	2001	Peter Jackson	Inglaterra
	The Core	2003	Jon Amiel	USA
	Solar Attack (also called Solar Strike)	2005-2006	Paul Ziller	Canadá
	Sunshine	2007	Danny Boyle	Inglaterra
	Disaster Movie	2008	Jason Friedberg / Aaron Seltzer	USA
	The Land That Time Forgot	2009	Thomas Howell	USA
	2012	2009	Roland Emmerich	USA

Tabla I. Listado de algunas de las principales películas de catástrofes naturales clasificadas por temáticas.

El impacto del cine de catástrofes: una exigencia de rigor

El cine es una manifestación artística pero, a la vez, una potente herramienta de comunicación y uno de los más eficaces vehículos de cultura de masas. La combinación de imagen en movimiento, trama argumental, música y efectos especiales lo aproximan tanto a la realidad que lo convierten en un aparente espejo de la misma. “Todo, absolutamente todo lo que ha pasado (y pasará), está en el cine” (Codón, 2009). Desde esta premisa, es fácil asumir que un espectador desconocedor de una determinada temática puede interpretar como verídicos los hechos y explicaciones que aparecen en la pantalla. Los errores del cine (intencionados o simples descuidos por puro desconocimiento) pueden transmitir ideas equivocadas de la realidad. Estos “deslices” son especialmente desafortunados entre un público infantil o con escasa formación.

Es cierto que el cine no pretende educar sino entretener. Y también es indiscutible que “el cine es cine”. O sea: ípura fantasía! Por ello, alguien podría aducir que no podemos exigirle el rigor que caracteriza a un documental. Sin embargo, aunque en el género de la Ciencia ficción algunas falsedades (superhéroes, extraterrestres o monstruos de celuloideos) son fácilmente asumidas como tales por los espectadores, otros errores científicos pueden ser nefastos cuando transmiten ideas equivocadas sobre fenómenos naturales potencialmente peligrosos. El cine de catástrofes constituye un género en el que anteponer la espectacularidad o la superficialidad al rigor científico puede crear confusiones graves que pongan en riesgo la vida de las personas o perjuicios sobre las propiedades o el medio.

Los datos estadísticos de taquilla (<http://cubodeideas.wordpress.com/2007/08/24/las-300-peliculas-mas-taquilleras-de-la-historia/>) ponen al descubierto que tres películas de catástrofes se sitúan entre las 60 más vistas de todos los tiempos: Armageddon (1998) en el puesto 41, El día de mañana (2004) en el puesto 48 y Twister (1996) en el puesto 53. Sus recaudaciones permiten establecer que cada una de ellas ha sido vista por más de 100 millones de personas. Otros muchos títulos ocupan posiciones nada despreciables. Si además, asumimos que más allá de su fase de estreno, estas producciones llegan al circuito de alquiler, *pay per view*, pases televisivos en abierto o descargas de Internet resulta fácil concluir que la influencia del cine de catástrofes sobre la Sociedad es notoria.

La especial predilección de los programadores de TV por situar las películas de catástrofes en horario de *prime time* o franjas de público infantil acentúa la magnitud de su influencia. Probablemente, cualquier ciudadano de a pie ha dedicado mucho

más tiempo a ver este tipo de películas que todo el que ha acumulado a lo largo de su formación académica, al análisis científico de estos fenómenos naturales.

Por su fuerte impacto social, es preciso que el cine de catástrofes sea analizado con una visión crítica y que de ella surja una reivindicación unánime que impulse a los profesionales del séptimo arte (guionistas, directores, productores,...) a reconocer su responsabilidad frente al público.

La película *Un pueblo llamado Dante's Peak* (1997) sirve de ejemplo para demostrar que el entretenimiento y el “rigor” científico no tienen por qué estar reñidos. A pesar de contener algunos errores es un ejemplo positivo de cómo puede realizarse una película “taquillera” sin renunciar al asesoramiento científico (al menos, en parte); su calidad científica contrasta notablemente con la de *Volcano* (1997) en la que los errores se suceden de forma casi continua.

Sin embargo, la tendencia en los últimos años parece acrecentar el problema ya que han irrumpido con fuerza películas (Flood, 2012,...) y miniseries (10.5, 10.5 apocalipsis, Impact, Magma,...) en las que los directores y guionistas parecen tener todavía menos escrúpulos con el rigor científico. Y esto ocurre a pesar de que un buen asesoramiento por parte de expertos sería extraordinariamente valioso para evitar que los errores científicos se sigan transmitiendo impunemente a los espectadores. Sin olvidar que, además, su coste económico es insignificante si se compara con otras partidas de la producción cinematográfica.

Quizás las inexactitudes conceptuales de algunas películas de catástrofes son menos importantes que sus carencias. Nos referimos a la más que habitual inexistencia de secuencias en las que se aborden las medidas preventivas frente a los riesgos naturales. ¿Qué hay que hacer en caso de sufrir los efectos de un terremoto, una inundación, un tsunami, un alud,...? Sin renunciar para nada a los tópicos del género, el cine de catástrofes podría desarrollar una magnífica labor en la divulgación de las normas más básicas de autoprotección.

Un ejemplo revelador de la utilidad de este enfoque lo encontramos en la historia de Abdul Razzak, empleado de la Junta de Administración Portuaria de la India, que trabajaba en la torre de observación del puerto de la remota isla de Tarasa (en el archipiélago de Nicobar). Se cuenta que Razzak era un asiduo espectador de documentales sobre desastres naturales del canal de televisión de National Geographic (Fig. 2). En la mañana del 26 de diciembre de 2004, interpretó de inmediato la posibilidad de que un tsunami azotara la costa. Cogió su moto y recorrió los muelles y los pueblos de la pequeña isla gritando “¡subid a la montaña, el agua está llegando! A los pocos minutos, una ola de más de seis metros de altura devastó el litoral y cinco

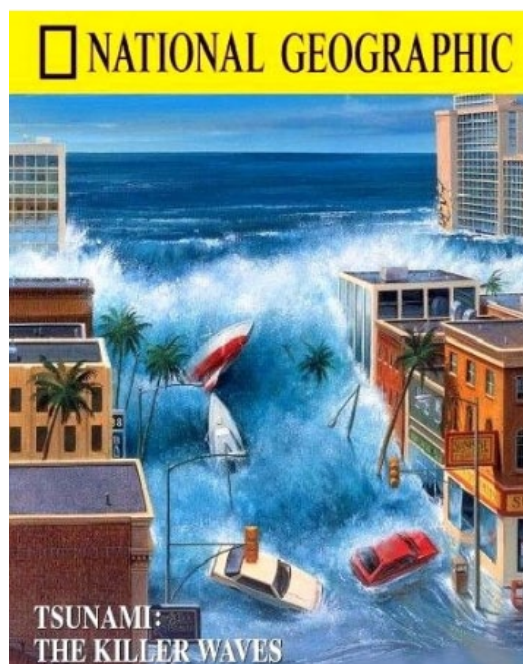


Fig. 2. El documental de National Geographic "Tsunami: La Ola asesina" constituye un ejemplo del potencial educativo de las producciones cinematográficas.

aldeas fueron destruidas. Sus residentes observaron el fenómeno desde las colinas. Sólo tres personas murieron. Sus conocimientos –adquiridos en la pantalla– permitieron salvar la vida de más de 1500 personas.

Potencial educativo del cine de catástrofes

La actitud heroica de Razzak nos hace reflexionar sobre el gran potencial de transmisión de la información que tiene el cine de catástrofes. ¿Podría hacerse una película sobre tsunamis con asesoramiento científico que fuese capaz de transmitir de forma directa y sencilla cómo avisan estos fenómenos naturales con varios minutos de antelación antes de la llegada de las grandes olas destructivas?² ¿Podrían transmitirse mensajes tan sencillos como: (1) *Si vive en la costa y siente un terremoto lo suficientemente fuerte para agrietar muros, es posible que dentro de los veinte minutos siguientes pueda producirse un maremoto o tsunami o* (2) *Muchos tsunamis se presentan, primero, con un retroceso del mar que deja emergidas grandes extensiones del fondo marino. Corra, no se detenga, aléjese a una zona elevada, el tsunami llegará con una velocidad de más de...* ¿Podríamos imaginar al héroe "científico" de la película en una escena de 2 ó 3 minutos (¡porque no se necesita más tiempo!) explicando a los habitantes de la región que cuando se retira el mar es inminente la llegada de un tsunami? ¿Cuántas vidas salvaría esta película cuando

² Los objetivos prioritarios en la minimización del riesgo se reúnen en la "regla de las tres P" (Brusi y Roqué (1998). La idea de anticipación ha proporcionado el prefijo "pre" a las tres palabras que aglutinan las posibles actuaciones humanas frente a los riesgos naturales: predicción, prevención y prevención.

ocurra el próximo gran tsunami dentro de 25, 50 o 100 años?

Con sus aciertos o con sus errores, con sus virtudes y con sus carencias, es oportuno reflexionar sobre el potencial educativo que tiene el cine de catástrofes, en la misma línea que analizábamos en Brusi *et al.* (2008) el tratamiento que los medios de comunicación hacen sobre las noticias de catástrofes naturales. En este trabajo planteábamos un código de buenas prácticas informativas en los medios de comunicación frente a las noticias de catástrofes naturales. Estamos convencidos del gran interés que ofrecen los medios audiovisuales en la formación científica de los ciudadanos y, en especial, para divulgar el tema de los riesgos geológicos. Si allí defendíamos que es fundamental la complicidad de los periodistas, ahora nos centramos en las enormes posibilidades didácticas del cine de catástrofes.

ACTIVIDADES DIDÁCTICAS

Tal como apuntan Ambrós y Breu (2007), el cine puede ser de utilidad para educar a los espectadores puesto que "nos proporciona elementos de análisis, elementos de formación..., de sentido crítico...". Las películas de catástrofes naturales producidas para el cine o la televisión son una muy buena excusa para abordar el tratamiento de los riesgos en la clase. Su ritmo y temática les añaden un atractivo que las hace muy adecuadas. En una asignatura que permita el tratamiento exhaustivo de los riesgos naturales podría programarse un visionado previo o final para cada tipología de riesgos. Existen incluso asignaturas universitarias como la *Earth 101 Natural Disasters: Hollywood vs. Reality*, diseñada por Furlong, K.P. y Whitlock, J., que se imparte en algunas universidades americanas como la Penn State University o University of Arkansas.

A continuación exponemos, a título de ejemplo, distintas posibilidades del uso del cine de catástrofes como recurso educativo.

Análisis científico de una película

En la utilización didáctica de una película resulta fundamental aplicar ciertas pautas de análisis para que la actividad no se convierta en algo trivial. Ambrós y Breu (2007), realizan una propuesta de esquema de estudio que contempla los siguientes aspectos generales: 1. Título de la película y nombre del director; 2. Ficha de la película. A. Ficha técnica: título original, nacionalidad, año, productores, guión, fotografía, música, duración,... B. Ficha artística: actores y actrices con el papel que representan; 3. Sinopsis argumental (inicio, nudo, desenlace); 4. Biofilmografía del director; 5. Contexto histórico y cinematográfico del filme; 6. Revisión de los elementos estructurales

del filme: fotografía, iluminación, vestuario, maquillaje, ritmo, escenarios, efectos especiales, banda sonora,...; 7. Comentarios personales, valoración.

En el caso particular de las películas de catástrofes naturales y de su utilización didáctica en asignaturas de Geología y de Ciencias de la Tierra, es necesario que el docente diseñe un guión más específico que se centre especialmente en el tratamiento de los fenómenos naturales. La utilidad docente de las películas de catástrofes radica, tal y como apunta Brusi (2008), en el análisis crítico del enfoque científico que de ellas se haga en clase. En el citado trabajo se exponen algunas preguntas para el debate o el trabajo posterior al visionado de la película, que bien podrían servir de guión para orientar el análisis: (1) ¿Es posible que se produzca una catástrofe con las características planteadas por el guión?, (2) ¿Se producen fenómenos precursores que anuncien la inminencia del peligro? ¿Son posibles estos fenómenos?, (3) ¿Son correctas las teorías e interpretaciones científicas de los procesos?, (4) ¿Quedan claros los factores que han desencadenado el fenómeno catastrófico?, (5) ¿Se han exagerado los efectos de la catástrofe?, (6) ¿Son adecuadas las medidas de prevención adoptadas? ¿Se dan a conocer posibles medidas de autoprotección?, (7) ¿Se han adoptado medidas de prevención “estructurales”: obras de contención, obras de refuerzo, obras de adaptación a un determinado nivel de riesgo, instalaciones de control y alerta, etc.?, (8) ¿Se han adoptado medidas de prevención “no estructurales”: análisis de probabilidad de ocurrencia del fenómeno, cartografías de riesgo, ordenación territorial, planes y protocolos de actuación, evacuación o emergencia, formación de los ciudadanos, etc.?, (9) ¿La afectación de la catástrofe se plantea desde una perspectiva antropocéntrica? ¿Las consecuencias afectan al medioambiente o al equilibrio ecológico?, (10) ¿La tecnología utilizada para enfrentarse al riesgo o mitigar sus efectos es verosímil?

En Internet se pueden encontrar cada vez más análisis realizados por expertos sobre películas de contenido científico y, en particular, sobre películas de catástrofes naturales. Incluso en algunas páginas se encuentran actividades didácticas diseñadas a partir de varias películas. Immor (2006) ha diseñado la página web <http://www.geoteach.com> que contiene abundantes recursos sobre Ciencias de la Tierra. Entre ellos destaca un apartado titulado The Science in Movies; Movies: the Good and Bad Science (http://www.geolor.com/geoteach/Geoteach_Earth_Science_Extra_Credit_Page_geolor.htm) en el que incluye actividades sobre las películas El Núcleo (2003), Parque Jurásico (1993, 1997, 2001), El día de mañana (2004) y Un pueblo llamado Dante's Peak (1997).

A continuación, como botón de muestra, ofrecemos un breve análisis de tres películas: “Un pueblo llamado Dante's Peak”, “Volcano” y “Vajont: presa mortal”.

Volcano

La película de *Volcano* se basa en que bajo los pozos de alquitrán de “La Brea” (Fig. 3) en Los Ángeles (California), se forma súbitamente un violento volcán. Una lluvia de cenizas volcánicas se sucede simultáneamente a grandes coladas de lava y bombas volcánicas. Una de las escenas estrella de la película en la que los protagonistas de la película detienen una colada de lava que se dirigía hacia un hospital, debe estar basada en el hecho real ocurrido en enero de 1973 en Westman Heimaey (Islandia), cuando arrojando agua del mar desde varios barcos consiguieron enfriar la lava, detenerla y salvar parte del pueblo y la planta procesadora de pescado.

Algunos elementos para el debate son ¿Existe riesgo de erupción volcánica en Los Ángeles? En Los Ángeles no existe ningún volcán activo ya que su contexto geológico (la ciudad está próxima a la falla de salto en dirección dextroso de San Andrés) no favorece su formación.

Por otra parte, para que se forme un volcán es necesaria la existencia de una cámara magmática, muy fácil de detectar por técnicas geofísicas. Precisamente Los Ángeles, debido a su peligrosidad sísmica (que en este caso sí es real), ha sido objeto de numerosos estudios geológicos y geofísicos, ninguno de los cuales ha puesto de manifiesto la existencia de cámaras magmáticas cerca de la superficie³. Además, los fenómenos eruptivos que aparecen son una sucesión de despropósitos: bombas volcánicas que parecen misiles dirigidos a los principales edificios, magmas que salpican como si fuesen fluidos inflamables, coladas de lava que se desplazan a velocidades de vértigo,... En definitiva, el rigor científico se ha sacrificado en aras del puro espectáculo “pirotécnico”.



Fig. 3. Panorámica de los pozos de alquitrán de La Brea, situados en el corazón de Los Ángeles, donde se inicia la película *Volcano*.

³ La existencia de zonas volcánicas les importó todavía menos a los guionistas de la película *Volcán* en Nueva York (2006). En relación al título de esta película se puede proponer a los estudiantes que activen la vista de volcanes dentro de la galería de Google Earth, hasta obtener una panorámica completa de Norteamérica. En ella podrán observar la ausencia de volcanes en toda la costa este; el volcán más próximo a Nueva York se sitúa en el Caribe, a más de 2500 km de distancia.

Un pueblo llamado Dante's Peak

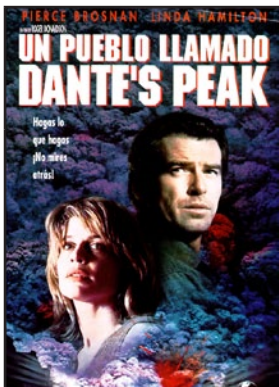
En la página web *geoteach.com* se puede encontrar material didáctico muy interesante sobre esta película: (1) documento en el que se analizan algunas de las manifestaciones volcánicas que se observan en la película, (2) ficha de trabajo para los estudiantes en la que se incluye una tabla en la que deben incluir, mientras visionan la película, qué aspectos son reales y cuáles no y (3) recomendaciones para los docentes. Estos tres documentos se pueden descargar en pdf, y adaptarlos a los estudiantes según el nivel educativo en el que estén.

Otras guías geológicas para esta película se encuentran en: <http://www.geol.umd.edu/pages/facilities/lmdr/dante/dante.htm>

<http://science.uniserve.edu.au/school/movies/dantespeak.html>

Algunos elementos para la discusión analizados en estas páginas web (p.e. *geoteach.com*) son: tipo de erupción (¿es posible la coexistencia de lava fluida y de nubes ardientes o flujos piroclásticos?), temperatura de la lava (¿es posible que un todoterreno atravesase una colada de lava?), densidad de la ceniza volcánica, acidez de los lagos próximos a un volcán, emisiones de dióxido de carbono que matan animales, precursores a la gran erupción volcánica (actividad sísmica, acidez del agua, emisiones de dióxido de carbono, etc.), entre otros.

A partir de esta información, elaboramos la ficha de la figura 3. Una posible actividad es que los

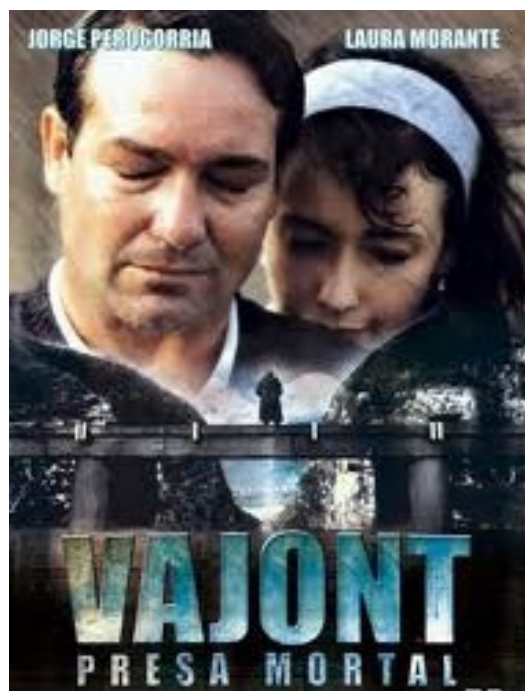
		ACTIVIDAD UN PUEBLO LLAMADO DANTE'S PEAK (1997)	
Guión modificado de las páginas web: www.geoteach.com / www.geolor.com Información adicional en: http://www.dinojim.com/DantesPeak.htm Después de visionar la película responde a las siguientes preguntas justificando tus respuestas. Ten en cuenta que el volcán ficticio de la película se localiza en la Cordillera de las Cascadas, en el NO de Estados Unidos (en el mismo contexto geológico que el volcán Santa Elena; éste último sí es real y su última erupción importante se produjo en 1980). Por tanto, el volcán caracterizado en la película es un volcán compuesto o estratovolcán.			
1. Observa la erupción del volcán Dante's Peak. Teniendo en cuenta su tipología. ¿Qué piensas de las coladas de lava? (para contestar la pregunta ten en cuenta su viscosidad, velocidad, proximidad o lejanía al cráter, simultaneidad con otros tipos de manifestaciones volcánicas,...). Investiga: <i>tipología de coladas de lava simultáneas a una erupción explosiva con flujos piroclásticos.</i>	2. Piensa sobre la escena en la que el geólogo escapa con la alcaldesa y sus hijos en el todoterreno atravesando una colada de lava. ¿Crees que es posible? ¿Por qué? Investiga: <i>temperatura de la lava.</i>	3. Teniendo en cuenta la composición y densidad de la ceniza volcánica. ¿Crees que está bien caracterizada en la película? Investiga: <i>densidad de la ceniza volcánica.</i>	4. Cuando el geólogo, la alcaldesa, los niños y su abuela escapan de la erupción en una barca atravesando un lago. ¿Crees que la escena podría ocurrir en la realidad? Investiga: <i>dióxido de azufre, ácido sulfúrico y volcanes.</i>
5. Antes de la erupción "la niña protagonista" descubre los cuerpos de una pareja que se estaba bañando en las aguas termales del volcán. ¿Es real esta escena? Investiga: <i>cambios de temperatura, aguas termales, volcanes y terremotos.</i>	6. Antes de la erupción el geólogo descubre pequeños animales muertos. ¿Es posible que esto ocurra? Investiga: <i>emisiones de dióxido de carbono, animales, vegetación y volcanes.</i>	7. El geólogo protagonista de la película analiza la composición química del agua potable del depósito municipal de Dante's Peak. ¿Puede la actividad volcánica cambiar esta composición? Investiga: <i>agua potable, composición química, actividad volcánica.</i>	8. A lo largo de la película el equipo de vulcanólogos (incluido el protagonista principal) usa varios instrumentos para poder predecir el comportamiento del volcán y la erupción principal. Enumera algunos de esos métodos. Investiga: <i>predicción de erupciones volcánicas.</i>
9. Durante los momentos iniciales de la erupción el pueblo de Dante's Peak es sacudido por un terremoto que provoca una gran devastación. ¿Son frecuentes estos terremotos de magnitud alta durante las erupciones volcánicas? Investiga: <i>magnitud terremotos volcánicos.</i>	10. ¿Puede la ceniza volcánica derribar el helicóptero? Investiga: <i>erupciones volcánicas, aviones, helicópteros.</i>	11. En una de las escenas finales, la última furgoneta del convoy de evacuación que conducía el jefe del equipo de científicos es arrastrada por un río. ¿Es real esta escena? Investiga: <i>lahar, erupciones volcánicas.</i>	12. La escena estrella de la película, la erupción explosiva, causa una gran devastación. ¿Crees que está bien caracterizada en la película? ¿Puede ocurrir en la realidad? Investiga: <i>flujos piroclásticos, nubes ardientes.</i>

estudiantes se descarguen la ficha, y la completan después de ver la película (preferiblemente fuera del horario escolar). Posteriormente, en clase se proyectan únicamente las escenas del cuestionario, y se debaten cada una de las respuestas. Para la proyección en power point de esta actividad, existen numerosos programas de edición que permiten, de forma sencilla, recortar las escenas de interés.

Vajont: presa mortal

Esta película de Renzo Martinelli (2001) describe la tragedia que sufrieron varias poblaciones del valle de Vajont, en los Alpes italianos, cuando un enorme deslizamiento sobre el embalse de Vajont provocó a su vez el desembalse de 25 millones de metros cúbicos de agua que inundaron el valle y causaron 2200 víctimas mortales.

El largometraje muestra la historia detallada de los hechos, desde que se inició la construcción de la presa hasta el desastre del 9 de octubre de 1963. Esta catástrofe es muy conocida entre los expertos en movimientos de ladera y ha sido tratada en varios libros de Geología general (p.e. ver capítulo de procesos gravitacionales de Tarbuck y Lutgens, 2005). También existe abundante información en Internet. Por ejemplo, Wikipedia le dedica el artículo “Presa de Vajont”, con una parte final de enlaces en la que se puede acceder a un interesante y detallado informe técnico en español, elaborado por René López Gómez de Munain (enlace “Informe Resumen sobre el desastre”). Este informe incluye información complementaria, que puede ser de gran utilidad para el docente y para los estudiantes (http://oph.chebro.es/DOCUMENTACION/Congresos_Seminarios/Laderas2007/Ponencias/8%20Vajont%20.pdf). También se puede visitar la presa con Google Earth volando a las coordenadas 46.267236 12.329247 o utilizan-



do varias localidades próximas como Longarone o Casso. Las vistas tridimensionales con Google Earth son muy espectaculares; además de reconocerse la “cicatriz” del deslizamiento, ayudan al estudiante a comprender por qué se produjo la tragedia.

La película (Fig. 4) ofrece numerosas posibilidades didácticas ya que describe detalladamente la evolución del movimiento de ladera, y pone de manifiesto la importancia de los estudios geológicos previos en las grandes obras civiles.

Entre otras, en este trabajo planteamos dos posibles debates o líneas de investigación que los docentes pueden desarrollar con sus estudiantes:

1. ¿Son o no evitables estos desastres naturales? ¿son útiles los estudios científicos y, en particular, los geológicos?

Algunos aspectos interesantes para los estudiantes son:

- La inestabilidad de las laderas del Monte Toc (donde se produjo el deslizamiento) era conocida por los lugareños. Monte Toc significa en un dialecto de la zona: disgregado, trozo.
- En la zona existían paleodeslizamientos. Uno de ellos ya fue identificado en 1960 por los geólogos Francesco Giúdice y Edoardo Semenza. Estudios más detallados posteriores a la catástrofe identificaron muchos más.
- En 1959 se produjo el deslizamiento de Pontesei (a 10 km de Vajont), que como se vio posteriormente, fue un ejemplo en pequeño de lo que ocurrió más tarde en Vajont. Se produjo un deslizamiento de 3 hm³ en tan solo 2-3 minutos que generó una ola de 20 m por encima de la presa causando la muerte de un trabajador.
- La película muestra el interés de los modelos análogos en Geología.

2. ¿Aprende el ser humano de estos desastres y es capaz de evitar que se repitan hechos similares en el futuro?

Una actividad interesante que se puede proponer a los estudiantes es investigar los movimientos de ladera que se están detectando en el embalse de Yesa, en el Pirineo navarro-aragonés. Como punto de partida pueden encontrar información en http://www.yesano.com/deslizamientos_Yesa.htm. El estudiante puede investigar y discutir si existen o no similitudes con la catástrofe que ocurrió en Vajont.

Tratamiento de algún proceso geológico en el cine de catástrofes

Otra opción para explotar las posibilidades didácticas del cine de catástrofes puede pasar por elegir un único proceso y utilizar secuencias escogidas de películas para desarrollar un tema. En este caso, la labor previa del docente consiste en visionar un conjunto de películas y extraer secuencias cortas en las que las imágenes o los diálogos ilustren un determinado concepto.

Fig. 4. Carátula de la película “Vajont, presa mortal” recoge la historia del catastrófico movimiento de ladera que, en 1963, causó más de 2.000 víctimas mortales en el valle italiano de Vajont.

A modo de ejemplo, nosotros hemos elegido los volcanes en el cine como hilo argumental de numerosas clases o conferencias⁴. Los “volcanes de película” (Fig. 5) constituyen un filón inagotable para acercar al aula de un modo ameno y divertido algunas nociones básicas de vulcanología.

Las producciones en las que los volcanes asumen cierto protagonismo no pertenecen exclusivamente al género de catástrofes. Algunas veces, películas de otros géneros contienen secuencias memorables de actividad volcánica muy interesantes desde un punto de vista didáctico.

Un recurso didáctico del que se puede sacar mucho partido consiste en formular preguntas y, a continuación, proyectar secuencias breves relacionadas con dicho tema. Sobre este modelo puede iniciarse un debate en el aula hasta conseguir que se responda colectivamente a las cuestiones formuladas.

Así, por ejemplo, los “volcanes de película” permiten interpelar a los alumnos sobre temas muy diversos (Tabla II):

Evidentemente, las cuestiones pueden adaptarse al nivel de los alumnos y las preguntas no siempre tienen porque centrarse en errores científicos. Alternar falsedades e interpretaciones correctas puede resultar incluso más adecuado para desvelar el espíritu crítico entre los alumnos.

Tabla II. Ejemplos de algunas preguntas sobre volcanes y secuencias útiles de películas para ilustrarlas.

⁴ <http://indagacionavila.blogspot.com/2010/07/volcanes-de-pelicula-uso-didactico-del.html>
<http://vulcan.wr.usgs.gov/LivingWith/PopCulture/movies.html>

PREGUNTAS FRECUENTES SOBRE VOLCANES	PELÍCULAS RECOMENDADAS	SECUENCIAS ÚTILES
¿Qué es una erupción volcánica?	El día del fin del mundo (1980) La isla del fin del mundo (1974)	Los protagonistas sobrevuelan un volcán en erupción (el volcán explota como una gasolinera) Una lluvia de piroclastos ardientes cae sobre los protagonistas cual bengala inofensiva.
¿Por qué se produce una erupción volcánica?	Volcano (1997)	La voz <i>off</i> explica que la ciudad de Los Ángeles puede sufrir una erupción volcánica a causa de los yacimientos de alquitrán que existen en su subsuelo.
¿De dónde proceden los magmas?	Viaje al Centro de la Tierra (2008)	El protagonista afirma que los volcanes están conectados con el centro de la Tierra a través de chimeneas.
¿Se puede hundir el archipiélago del Japón a causa de la Tectónica de placas?	El hundimiento de Japón (2006)	Los geólogos afirman que la placa pacífica que subduce bajo Japón arrastrará irremisiblemente el archipiélago hasta sumergirlo bajo las aguas.
¿Se puede predecir una erupción volcánica?	Un pueblo llamado Dante's Peak (1997)	En distintas secuencias se presentan diversos fenómenos precursores de la actividad volcánica (emanaciones de gases, pequeños fenómenos sísmicos, efectos sobre la flora y la fauna,...).
¿Las erupciones volcánicas están relacionadas con los grandes terremotos?	El hundimiento de Japón (2006)	Un conjunto de terremotos de elevada magnitud e intensidad hacen asegurar a los sismólogos que el monte Fuji puede “saltar por los aires”
¿Qué son las bombas volcánicas?	El día del fin del mundo (1980) Volcano (1997)	Las bombas volcánicas caen y explotan al impactar en el suelo como si fuesen proyectiles.
¿Qué tamaño tienen las cenizas volcánicas?	Volcano (1997)	Las cenizas volcánicas caen sobre los protagonistas como si fuesen “confetti” formando láminas planas de más de un centímetro de diámetro.
¿De qué color son los gases volcánicos?	La tierra olvidada por el tiempo (1975)	Las emanaciones de gases volcánicos presentan tonalidades rojizas y anarajadas casi fluorescentes.
¿Las bacterias pueden acelerar la tectónica de placas?	El hundimiento de Japón (2006)	Un geólogo afirma que las bacterias existentes en las zonas de subducción generan metano y éste lubrica la fricción entre las rocas y acelera su movimiento.
¿A qué temperatura fluye la lava?	Un pueblo llamado Dante's Peak (1997)	Los protagonistas cruzan una colada de lava con un vehículo y resultan indemnes.
¿Se puede hundir una persona en la lava?	Volcano (1997) El núcleo (2003) El Señor de los anillos: el retorno del Rey (2003)	Distintos personajes se hunden en la lava al caer sobre su superficie.
¿Puede una erupción volcánica provocar un tsunami?	Al este de Java (Krakatoa) (1969)	La erupción hidromagmática del Krakatoa desencadena un tsunami de grandes proporciones.
¿Se puede parar una colada de lava o modificar su curso?	Volcano (1997)	Los bomberos y militares consiguen frenar el avance de una colada de lava enfriándola con agua.
¿Las cenizas de un volcán pueden hacer caer un avión en pleno vuelo?	El hundimiento de Japón (2006)	Un avión cae a causa de la entrada de cenizas volcánicas en las turbinas de sus motores.

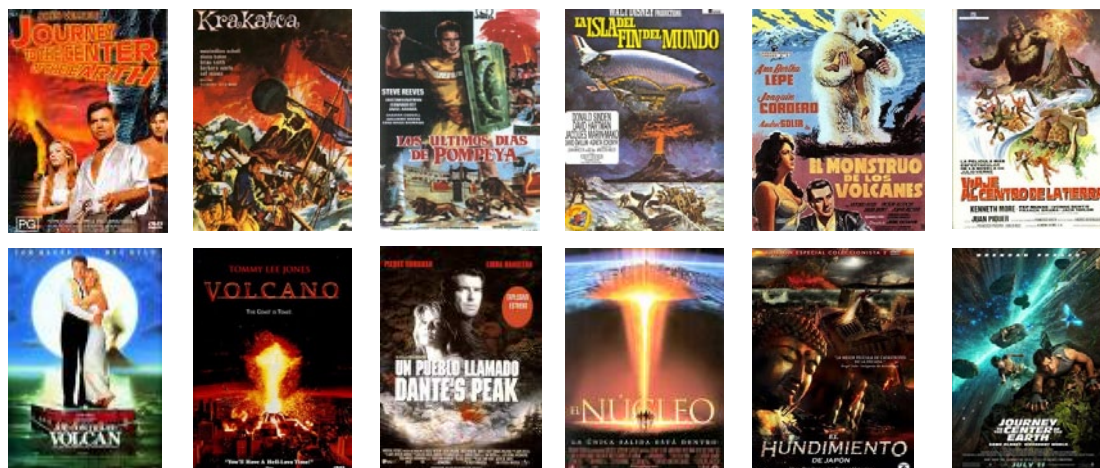


Fig. 5. Selección de algunas carátulas de películas de volcanes.

Este análisis temático del cine de catástrofes puede realizarse sobre otros fenómenos naturales. Por ejemplo, en la página web del Servicio Geológico de los Estados Unidos (<http://earthquake.usgs.gov/learn/topics/megaquakes.php>) incluye un capítulo dedicado a los megaterremotos ("Earthquakes, Megaquakes, and the Movies. Lights! Cameras! Disaster!").

Aprendiendo de los errores

Si hacemos una encuesta en la calle o directamente a nuestros estudiantes sobre si "el malo de la peli" se puede hundir hasta quedar totalmente sepultado en las arenas movedizas, ¿cuál sería el resultado? Las películas son probablemente las responsables de que la mayoría de ciudadanos, no expertos en este tema, tengan este concepto erróneo. Se puede encontrar información muy interesante sobre el comportamiento real de arenas movedizas en <http://www.howstuffworks.com/quicksand.htm>.

Las producciones que no tienen ningún asesoramiento científico también pueden llegar a convertirse en un material didáctico muy eficaz porque, como dice el refrán, de los errores se aprende. Es importante resaltar, tal y como comenta en alguna página web K.P. Furlong, uno de los diseñadores de la asignatura *Natural disasters: Hollywood vs Reality*, que las carcajadas que generan algunas escenas de películas de catástrofes naturales son un buen punto de partida para motivar al alumnado y para despertar en él el espíritu crítico y científico.

10.5

En la página earthquakecountry.info, en la que participan entre otras instituciones el USGS (Servicio Geológico de los Estados Unidos), el Departamento de Emergencias de la ciudad de Los Ángeles, el USC (Centro sismológico del Sur de California) y UCLA (Universidad de California en Los Ángeles), se encuentra el siguiente enlace <http://www.earthquakecountry.info/10.5/> donde se analiza desde un punto de vista científico la película 10.5 (Fig. 6).

A continuación se exponen algunos elementos para el debate; es solo una pequeña muestra porque la película no tiene desperdicio!

1. Título de la película: 10.5

¿Es posible que en el Planeta se produzcan terremotos de magnitud 10.5? ¿Cuál es la magnitud máxima registrada hasta ahora? Es una buena oportunidad para explicar al estudiante que la magnitud depende de la superficie de ruptura y del desplazamiento de los bloques (indirectamente de la longitud de falla). Los terremotos de mayor magnitud se producen en las zonas de subducción, allí donde se encuentran las fallas de mayor longitud. Por ejemplo, el famoso terremoto de Sumatra de 2004, que provocó el tsunami del Índico, y que superó la magnitud 9 (ha sido uno de los de mayor magnitud de la historia) tuvo una ruptura de algo más de 1000 km; y el terremoto de Japón de este mismo año, de 2011, tuvo una superficie de ruptura de 500 x 200 km. Teniendo en cuenta que la escala de magnitud es logarítmica un terremoto de 10.5 necesitaría una longitud de ruptura muy superior a la de la falla de San Andrés. Y eso sin



Fig. 6. Cartel anunciador de la película 10.5

tener en cuenta que la falla de San Andrés, como el resto de fallas activas del Planeta, está segmentada y no rompen en toda su longitud, ya que las rocas de la corteza no tienen resistencia suficiente para acumular tanta deformación elástica. Otro punto en contra del título de la película (magnitud 10.5) es que en las fallas de salto en dirección, como la falla de San Andrés, no suelen ser habituales los terremotos de magnitud superior a 8. Estos enormes terremotos de magnitud > 8.0 se limitan casi exclusivamente a las zonas de acoplamiento existentes en las zonas de subducción. En González-Herrero et al. (2005) se encuentra información didáctica sobre las zonas de acoplamiento y cómo éstas son capaces de producir los terremotos de mayor magnitud del Planeta.

2. ¿Se puede separar un fragmento de continente del resto durante un terremoto?

Al final del filme se produce la escena “estrella” de la película: a favor de la falla de San Andrés, parte de California (que pertenece a la placa Pacífica) se separa del resto (perteneciente a la placa Norteamericana) formándose una nueva isla separada varios kilómetros del resto del continente. Esta escena, que ocurre en unos pocos minutos, ¿estará basada en el hecho geodinámico real de que la península de Baja California, situada en el extremo meridional de la falla de San Andrés, se está separando del resto de México? (ver la explicación geodinámica en Alfaro et al., 2007). Este proceso que ocurre con una velocidad de pocos milímetros al año y necesita varios millones de años es resumido, como se comenta anteriormente, en unos escasos minutos, proporcionando una alta dosis de dramatismo y espectacularidad a la película, pero dándole una gran “patada” a la Tectónica de Placas.

3. ¿Cómo es en realidad el proceso de ruptura en superficie durante un terremoto?

A partir de algunas escenas de la película se puede analizar con los estudiantes varias de las manifestaciones superficiales de los terremotos, especialmente la de la ruptura en superficie. ¿Por qué unos terremotos sí producen ruptura y otros no? ¿Por qué sólo los de mayor magnitud producen ruptura? Una respuesta a esta pregunta se encuentra en Alfaro (2008). Otro aspecto a debatir tiene que ver con la idea extendida entre el público no entendido en la materia de que cuando se produce un terremoto los coches, trenes, animales, los malos de la película, entre otros, “se cuelan” por la falla. Es cierto que los deslizamientos asociados a terremotos y la licuefacción generan colapsos locales, hundimientos del terreno, etc., pero la falla no se abre durante el terremoto salvo pequeñas diaclasas de tensión asociadas al plano principal.

Además, una de las escenas más impactantes es la persecución que hace la ruptura de falla a un tren de pasajeros! Uno de los aspectos más ridículos es

cuando el tren gira en una curva y la ruptura de falla también lo hace!

Debates científicos a partir de alguna película de estreno (o proyectada en televisión)

Una de las limitaciones de las asignaturas de Geología y Ciencias de la Tierra es la escasez de tiempo. Como alternativa al visionado en clase de películas de catástrofes, se pueden llevar a cabo iniciativas esporádicas o menos ambiciosas que pueden ser igualmente útiles. Por ejemplo, existe la opción de, a partir de la proyección en televisión de una película de catástrofes, iniciar un debate en el aula sobre ese tipo de riesgo natural. Aunque en este caso se está supeditado a la programación televisiva es muy poco probable que en un periodo de varios meses no se proyecte ninguna con esta temática.

La película 2012 (Fig. 7), del director Roland Emmerich, fue estrenada en 2009 y acumula una amplia lista de barbaridades científicas. Plantea el fin del mundo a partir de la finalización del “calendario azteca o maya”, interpretando que éste concluye el 21 de diciembre de 2012. El guión de la película justifica el Apocalipsis por un incremento del “viento solar” que calienta el interior de la Tierra y desencadena un conjunto de terremotos, erupciones volcánicas y tsunamis de proporciones nunca vistas. Sin embargo, su impacto mediático ha hecho que muchas personas se pregunten sobre qué parte de verdad hay en las teorías cataclísmicas y los fenómenos que en ella aparecen.

Una posible actividad es la organización de un debate entre dos o más equipos en clase a partir del planteamiento de una serie de preguntas. Sugerimos algunas:

- Según los aztecas... ¿acabará el Mundo el 21 de diciembre de 2012?



Fig. 7. En la carátula de la película 2012 se observa cómo un Tsunami de proporciones gigantes cubre el macizo del Himalaya.

- ¿Se prevé que en 2012 haya una mayor actividad solar?
- ¿Los neutrinos pueden calentar la Tierra y desencadenar el Apocalipsis?
- ¿Las placas tectónicas se pueden desplazar 2.000 km en un par de horas?
- ¿Pueden producirse tsunamis de más de 5.000 m de altura?

Después de un ejercicio de este tipo es muy probable que los estudiantes visionasen las películas con contenidos científicos con un mayor y necesario espíritu crítico.

CONCLUSIONES

En el actual currículo de enseñanza obligatoria son muy escasas las horas dedicadas al estudio y análisis de los fenómenos naturales como terremotos, erupciones volcánicas, inundaciones, tsunamis, etc. Según el itinerario escogido un ciudadano puede finalizar sus estudios obligatorios sin conocer apenas cómo se comporta el Planeta en el que vive. A no ser que la persona sea consumidora de “documentales” o tenga una preocupación especial por su formación, es muy probable que la mayor y más significativa información que reciba sobre los riesgos naturales se la proporcione el cine de catástrofes o la televisión. Siendo conscientes de que el objetivo principal del cine es entretener también pensamos que no es incompatible con la transmisión de una buena información científica.

Millones de espectadores de todo el mundo podrían beneficiarse, por ejemplo, de algunas recomendaciones de autoprotección frente a algunos fenómenos naturales. El entretenimiento y la cultura científica de los ciudadanos no tienen por qué ser incompatibles y estas producciones de millones de euros de coste deberían realizar un trabajo previo de documentación y de asesoramiento por parte de expertos en la materia.

Las películas de catástrofes naturales pueden convertirse en un recurso educativo muy útil en el aula. Para que su tratamiento no sea trivial, el docente debe diseñar materiales didácticos que estimulen el sentido crítico y el análisis científico en el alumnado. En Internet existen cada vez más materiales elaborados sobre películas de terremotos, volcanes, inundaciones, etc. que el docente puede aprovechar como punto de partida para elaborar los suyos propios en función del nivel educativo. Los recursos educativos descritos en este trabajo sólo son un pequeño botón de muestra sobre las enormes posibilidades que este género ofrece para la enseñanza de las Ciencias de la Tierra.

BIBLIOGRAFÍA

Alfaro, P., Andreu, J.M., González-Herrero, M., López-Martín, J.A. y Pérez-Gómez, A. (2007). Un estudio integrado

del relieve terrestre. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 15 (2), 112-123.

Alfaro, P. (2008). Recursos para un estudio contextualizado de los terremotos. *Alambique*, 55, 20-31.

Alfaro, P., Brusi, D. y González, M. (2008). El cine de catástrofes, ¡qué catástrofe de cine!. En: A. Calonge, L. Rebollo, M.D. López-Carrillo, A. Rodrigo e I. Rábano (eds.), *Actas del XV Simposio sobre Enseñanza de la Geología*. Cuadernos del Museo Geominero, nº 11. Instituto Geológico y Minero de España, 1-12.

Ambrós, A y Breu, R. (2007). *Cine y educación. El cine en el aula de primaria y secundaria*. Ed. Graó. Num. 236. 233 pp.

Battle, J. (1998). *Catastrorama: una agitada excursión por el universo de las disaster movies*. Ed. Glenat.

Brusi, D. (2008). Simulando catástrofes. Recursos para la enseñanza de los riesgos naturales. *Alambique*, 55, 32-42.

Brusi, D. y Roqué, C. (1998). Los riesgos geológicos. Algunas consideraciones didácticas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 6 (2), 127-137.

Brusi, D., González, M. y Figueras, S. (2005). Conocer los tsunamis: un seguro de vida. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 13 (1), 73-84.

Brusi, D., Alfaro, P. y González, M. (2008). Los riesgos geológicos en los medios de comunicación. El tratamiento informativo de las catástrofes naturales como recurso didáctico. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 16 (2), 154-166.

Brusi, D., Alfaro, P. y González, M. (2007). ¡Cuándo las catástrofes naturales son noticia! CD-ROM IV Comunicación Social de la Ciencia, Madrid.

Codón, A. (2009). *CINEMAPOP: El cine y la cultura popular*. <http://www.bubok.es/libros/9212/>.

Furlong, K.P. y Whitlock, J. (2003). Making your class a disaster...on purpose! Authentic science in a large enrollment gen-ed class, *Geological Society of America Abstracts with Programs*, 35, 6, 441.

González-Herrero, M., López-Martín, J.A., Alfaro, P. y Andreu, J.M. (2005). Recursos audiovisuales sobre Tsunamis en Internet. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 13, 1, 65-72.

Millán, J. (2010a). Ciencias de la Tierra, cultura de masas y medios de comunicación. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 18 (2), 150-159.

Millán, J. (2010b). En el Interior de la Tierra. CABIRIA. *Cuadernos turolenses de cine*, nº 7, 17-64.

<http://cubodeideas.wordpress.com/2007/08/24/las-300-peliculas-mas-taquilleras-de-la-historia/>.

http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_disaster_films

<http://science.uniserve.edu.au/school/movies/dantespeak.html>.

<http://www.earthquakecountry.info/10.5/>

<http://www.geol.umd.edu/pages/facilities/lmdr/dante.htm>.

<http://www.howstuffworks.com/quicksand.htm>

<http://indagacionavila.blogspot.com/2010/07/volcanes-de-pelicula-uso-didactico-del.html>.

<http://www.pbs.org/wgbh/amex/earthquake/tgui-de/index.html>.

Immor, L. (2006). <http://geoteach.com>.

Immor, L. (2008). <http://geolor.com>.

<http://www.locosporlageologia.com.ar/category/geologia-en-el-cine/>. ■

Fecha de recepción del original: 15/07/2011

Fecha de aceptación definitiva: 20/09/2011