



¿Dibujos animados para aprender evolución? La Era de Hielo

Leonardo González Galli y Andrea Revel Chion

Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias,
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Aula 14, Pabellón 2,
Ciudad Universitaria. (C1428EHA)
Buenos Aires, Argentina. E mail: andrearevelchion@yahoo.com.ar

Resumen

El presente trabajo propone una serie de actividades basadas en la utilización de una película de dibujos animados del circuito comercial como insumo para el aprendizaje y la práctica de competencias cognitivas y de contenidos referidos a la evolución. Este tipo de películas constituyen potencialmente un recurso particularmente motivador en virtud de la estética y los diálogos humorísticos. Al mismo tiempo, estas películas suelen presentar contenidos que no están de acuerdo con los modelos científicos aceptados. Tales características hacen posible el uso de dicha película para analizar, identificar e indagar sobre errores conceptuales, los cuales pueden ser utilizados por el docente para diseñar otras actividades además de las aquí propuestas.

Palabras clave: Evolución, glaciaciones, películas no documentales, argumentación científica escolar, hipótesis.

Abstract

In this paper we propose the use of the film "Ice Age" to teach and learn topics on evolution and practise cognitive abilities. That sort of movies can potentially motivate the students because of the esthetic and the humor of the dialogues. At the same time, these films use to present contents that do not agree with scientific models. This characters makes it possible for students to analyze, identify, research and rectify some scientific mistakes the movie has. We analyze those mistakes deeply, which can be used by the teacher to design other activities for the students.

Key words: evolution, glaciations, not documentary films, scientific school argumentation, hypothesis.

Las películas no documentales como recursos didácticos

Las películas documentales se utilizan frecuentemente en la enseñanza por ser consideradas un recurso que incrementa la motivación de los alumnos, complementan y profundizan temas a estudiar, generan discusión y pueden ayudar a la comprensión de los contenidos. Sin embargo, observamos a partir de nuestra propia experiencia como docentes que este recurso suele ser infrautilizado o, a nuestro juicio, mal utilizado. Con frecuencia la incorporación del video se hace en forma improvisada y no como parte de una planificación meditada y fundamentada, que proponga al alumnado la realización de actividades que, a partir de la película, faciliten el análisis crítico y, con ello, el aprendizaje.

El uso de películas no documentales (preferentemente de circuito comercial), por otro lado, tiene diversas ventajas suelen incluir as-

pectos emotivos, sociales o políticos, que son justamente los que suelen ser obviados en el análisis tradicional de ciertos contenidos escolares, por no percibirse que estén estrechamente relacionados con el tema a estudiar. Esta visión parcial puede generar conocimientos muy limitados en los alumnos y crear cierto desinterés. La estética de las películas del circuito comercial y la inclusión de aquellos aspectos a los que hacíamos mención, las convierten en un recurso fuertemente motivador.

Debido a que este material no está concebido para el uso en el aula habrá que adecuar su uso a los objetivos específicos de la clase, lo que implica seleccionar y editar fragmentos de las películas o diseñar actividades que guíen el trabajo hacia los objetivos buscados.

La utilización didáctica de este recurso requiere también atender al grado de coherencia que existe entre los contenidos presentados en las películas y los modelos científicos aceptados. Si no se presta atención a este aspecto se corre

el riesgo de facilitar la construcción de ideas erróneas por parte de los estudiantes.

Este trabajo tiene dos objetivos para trabajar a partir de la película "La Era de Hielo"¹¹. En primer lugar se ofrece un análisis de los contenidos de la película desde la perspectiva científica. En segundo lugar se propone una serie de actividades que buscan poner en práctica algunas destrezas cognitivas de interés para la enseñanza de las ciencias.

Presentamos inicialmente una breve introducción del argumento de la película para luego analizar los "errores" que proponemos utilizar con fines didácticos. Finalmente presentamos algunas actividades que pueden llevarse a cabo a partir de la película y sus fundamentos teóricos.

"La Era de Hielo"

La película "La Era de Hielo" muestra las aventuras de un grupo de animales de diferentes especies durante una "migración" provocada por las glaciaciones. Un mamut llamado Manfred, un tigre dientes de sable llamado Diego y Sid, un pequeño perezoso terrestre, se unen para encontrar a un grupo de humanos y devolver a sus padres a un bebé que se ha perdido. En esta búsqueda se enfrentan a numerosas situaciones que muestran cambios climáticos, fenómenos geológicos y tropiezan con diversos animales que intentan escapar de los hielos.

Las especies que aparecen representadas, tales como macrauchenia, gliptodóntidos y perezosos, entre otros, constituyen una muestra de la fauna de América (tanto del norte como del sur) de fines del pleistoceno. Los protagonistas migran hacia el sur en busca de climas más templados. Estas consideraciones nos permiten suponer que la historia transcurre en América del norte.

Por otro lado, considerando la datación de la última glaciación, podemos situar temporalmente la historia hace entre 15 y 20 mil años.

Los errores de "La Era de Hielo"

Es necesario tener presente que, en varios aspectos, la película no es coherente con los datos y modelos científicos actualmente aceptados. En relación con la utilización de la película como material didáctico, es importante que las incongruencias entre la película y los modelos científicos sean explicitadas. Podemos señalar los siguientes errores:

¿Provocaron "migraciones" las glaciaciones? Tal vez, el principal "error" de la película lo constituye el evento principal que sirve de marco a toda la historia: la "migración" de los animales. Como dijimos antes, es evidente que las glaciaciones alteraron sensiblemente la distribución de los biomas. Este efecto fue mayor en el hemisferio norte que en el hemisferio sur. Pero ¿cómo se produjeron estas modificaciones de las áreas de distribución de los animales? El avance de los hielos durante una glaciación es un evento muy lento, y no es correcto imaginarse a los animales desplazándose en masa hacia ambientes más favorables. Para una especie en particular, el cambio climático debido a una glaciación tiene como consecuencia (en el hemisferio norte) el desarrollo de nuevos ambientes favorables al sur del límite meridional del área de distribución y la pérdida de ambientes favorables al norte del límite septentrional. El cambio en la distribución de la especie se producirá como consecuencia de la colonización de los nuevos ambientes hacia el sur y de la retracción de las poblaciones (por un aumento de la mortalidad) en los ambientes deteriorados hacia el norte. Estos cambios se deben a los mecanismos habituales de dispersión y colonización y a los cambios en la tasas de mortalidad en las distintas áreas y no a "migraciones" masivas como la que se muestra en la película.

Hasta aquí hemos utilizado la palabra "migración" entre comillas porque, por lo dicho más arriba, las glaciaciones no serían la causa inmediata de migraciones verdaderas, entendiendo por migración el *movimiento de organismos, y por lo general de poblaciones enteras, de una región a otra, regresando luego* (Begon, 1999).

Por otro lado, la conducta migratoria es una característica propia de una especie y parece tener

11. Ice Age, EUA, 2002. Co-dirigida por Chris Wedge y Carlos Saldanha y producida por Blue Sky Studios y Twentieth Century Fox.

una base genética (Alcock, 1997), es decir, la diferencia entre una población migratoria y una no migratoria se debe, al menos en parte, a diferencias genéticas entre ambas poblaciones. Por lo tanto, una población no migratoria no puede volverse migratoria (en forma inmediata) frente a un cambio climático. Este cambio se producirá sólo como consecuencia de un cambio evolutivo, lento y gradual, mediante mecanismos darwinianos¹².

Para agregar confusión al asunto, uno de los personajes, "Sid" el perezoso, despierta cuando toda su familia ya había partido rumbo al sur y comenta que todos los años le hacen lo mismo (es decir, se van sin él), dando a entender que se trata de una migración anual, lo cual no es posible si suponemos que están "huyendo" hacia el sur, sin intenciones de volver, para evitar el ambiente helado que se expande desde el norte.

En resumen, una glaciación no puede ser la causa inmediata ni de conductas auténticamente migratorias (como la sugerida por el comentario de "Sid") ni de éxodos masivos que involucren poblaciones de muchas especies como se ve en la película.

1. ¿Por qué no hablan los humanos que aparecen en la historia? Como dijimos antes, la historia de la película parece transcurrir hace unos once mil años. Si bien no existe consenso acerca de cuándo surgió exactamente el lenguaje, parece haber un acuerdo general en que el origen de esta particular capacidad humana debe haber tenido lugar hace, al menos, unos sesenta mil años. Esta fecha se infiere del hecho de que el lenguaje se considera indispensable para explicar acontecimientos tales como la colonización de Australia y luego del Ártico y de América, los comienzos del arte, etc. (Harvey Pough, 2000, Cavalli-Sforza, 1994, Davidson, 1994).
2. ¿Coexistieron realmente las especies representadas en la película? Podemos comenzar por identificar a las especies representadas en

la película y, de acuerdo con los datos disponibles en relación con la fecha en la cual se extinguieron y la distribución geográfica que abarcaron, evaluar la posibilidad de que efectivamente coincidieran en tiempo y lugar. Así, entre los protagonistas, tenemos las siguientes especies:

- "Diego" el tigre dientes de sable. Existieron varias especies de tigres diente de sable en Norteamérica a fines del pleistoceno, de las cuales *Smilodon californicus* tal vez sea la más probable.
- "Manfred (Manny)" el mamut. Podría ser un representante de la especie *Mammuthus primigenius*, de amplia distribución en América del norte y Eurasia en este período.
- "Sid" el perezoso. En este caso no nos fue posible identificar la especie pero, en cualquier caso, los perezosos terrestres abundaron tanto en Sudamérica como en Norteamérica hasta fechas recientes. Se trata de uno de los grupos de mamíferos que evolucionaron en Sudamérica y que llegaron a América del norte tras el "Gran Intercambio Americano" de fauna ocurrido hace unos 2,5 millones de años al emerger el puente terrestre de Panamá (Harvey Pough, 2000).
- Aparecen también, en papeles secundarios, otras especies:
- Los armadillos gigantes. Se trata, en este caso, de alguna especie de gliptodóntido, también de origen sudamericano.
- Los "rinocerontes" son, en realidad, alguna especie de brontotérido. Estos enormes animales (no emparentados cercanamente con los verdaderos rinocerontes) habitaron Norteamérica, pero desaparecieron a mediados del oligoceno (hace unos 35 millones de años), por lo que no formarían parte de la fauna de fines del Pleistoceno.
- Los macraquénidos. *Macrauchenia* era un gran animal sudamericano externamente similar a un camélido y, probablemente, con una corta trompa. Sus restos sólo fueron hallados en Sudamérica, por lo que su inclusión en la fauna Norteamericana no estaría justificada.

12. Si bien la evolución puede tener lugar de un modo no darwiniano (por deriva genética, por ejemplo) consideramos que la hipótesis darwiniana es la más plausible dada la naturaleza evidentemente adaptativa de la conducta migratoria.

- Tapires. Los tapires se encontraban en toda América y en Europa hasta el comienzo de la última glaciación.
- El “Dodo” (*Raphus cucullatus*) era una gigantesca paloma áptera que habitó la isla Mauricio (en el Océano Indico) hasta que, en fechas recientes, fue exterminada por la acción humana. Su inclusión en el paisaje norteamericano del Pleistoceno está fuera de lugar.

Como vemos, la composición faunística incluye especies y grupos de especies que están claramente fuera de lugar y de época (macrauquénidos, brontoterios y dodós).

3. ¿Pueden observarse restos de animales como los que observa “Sid” en las paredes del túnel que atraviesa un glaciar? Definido en forma amplia, *un fósil es todo resto de una forma antigua de vida*. Estos restos incluyen los típicos fósiles de huesos u otras partes duras (dientes, caparazones, etc.) que son producto del reemplazo del material orgánico original por minerales depositados en condiciones muy especiales. Existen también otros tipos menos frecuentes de fósiles: insectos conservados en ámbar, improntas de pisadas o de partes blandas (plumas, etc.) y, en raras ocasiones, restos congelados (tal es el caso de unos diez mamuts encontrados en el *permafrost* siberiano (Shoshani, 1993). En primer lugar, podemos señalar que la conservación de restos congelados es muy infrecuente y, en cualquier caso, se trata de restos relativamente recientes (decenas de miles de años), por lo que el dinosaurio que aparece congelado en la película sería un hallazgo realmente notable. En segundo lugar, en la película se observa una secuencia evolutiva (el linaje de Sid) que aparece en una secuencia horizontal, cuando, eventualmente, esperaríamos hallarla en disposición vertical (los fósiles más antiguos más abajo).

4. ¿Es la evolución un proceso de cambio lineal? Podemos hacer una tercera observación relacionada con la imagen del proceso evolutivo sugerida por esta secuencia evolutiva del linaje de “Sid”. La imagen muestra una secuencia perfectamente lineal que va desde algún ancestro remoto a la forma actual de “Sid”. Conveniría, mediante alguna actividad, facilitar a los alumnos la construcción de una imagen de

la evolución más acorde con la realidad. Sabemos hoy que la historia evolutiva no es una historia de cambio lineal que pudiéramos representar con una “cadena” evolutiva. La imagen más adecuada es la de un árbol (Gould, 1994), con numerosas ramas, algunas truncadas (que representan linajes extinguidos) y otras más largas (que representan linajes sobrevivientes).

En otra secuencia, un armadillo gigante intenta “romper su eslabón en la cadena evolutiva”. Más allá de que la “ruptura” de una “cadena evolutiva” sería un evento poblacional y no individual, el concepto de “eslabón” evolutivo, muy común en la literatura popular (recuérdese el famoso “eslabón perdido” entre el hombre y los primates), es coherente con esta errada visión lineal de la evolución.

Finalmente señalemos que, si bien es inevitable la “antropomorfización” de los animales en una película de este estilo, sería conveniente explicitar la ilegitimidad de esta caracterización desde la perspectiva científica. Recordemos que podemos encontrar con facilidad este antropomorfismo en el guión de películas documentales supuestamente más “serias” desde el punto de vista científico, en las que la conducta de los animales es descrita con un lenguaje abiertamente finalista.

Este análisis puede servir como punto de partida para el diseño de otras actividades para los alumnos.

Actividades propuestas

A partir de la observación de la película, proponemos una serie de actividades que apuntan básicamente a ejercitar tres competencias o habilidades: la formulación de hipótesis, la producción de textos explicativos-argumentativos y la búsqueda bibliográfica (en este caso particular como medio para que los alumnos identifiquen aquellos que resaltaríamos como erróneos desde el punto de vista científico -ver punto III-).

Por otra parte, proponemos un acercamiento a informaciones que no se refieren exclusivamente al ámbito de la biología pero que son importantes desde el punto de vista cultural, tal como lo representan las pinturas rupestres. Por último proponemos una actividad de integración.

A- Producción de textos explicativos-argumentativos

La argumentación es una habilidad cognitivo lingüística, esto es, una habilidad cognitiva estrechamente relacionada con cierta tipología textual. Las habilidades cognitivas posibilitan el aprendizaje y se concretan en habilidades cognitivo lingüísticas que determinan, según el modo en que sean utilizadas, diferentes maneras de aprender los contenidos curriculares (Jorba y Sanmartí, 1999).

La *argumentación* es una de las habilidades cognitivo lingüísticas de mayor relevancia en la construcción del conocimiento científico y la enseñanza de las ciencias. Tal como señala Giere (1999), el razonamiento científico es un proceso de elección entre las teorías que se proponen y que compiten donde, lo más importante es el conjunto de argumentos y las interrelaciones que se elaboran para construir un razonamiento (Jorba y Sanmartí, 1999).

De la concepción de ciencia implícita en el párrafo anterior se sigue que en la construcción del conocimiento propio de la ciencia escolar sería necesario dar más importancia a la discusión de las ideas en el aula y al uso de un lenguaje personal que combine los argumentos racionales y los retóricos. Este sería un paso previo y necesario, para que el lenguaje formalizado propio de la ciencia tomara sentido para el alumnado (Giere, 1999).

Resumiendo, y siguiendo a Driver y Newton (citados en Sardà y Sanmartí, 2000), podemos decir que los objetivos de la enseñanza de la argumentación son:

- Facilitar la comprensión de los conceptos científicos.
- Ofrecer una visión que entienda mejor la propia racionalidad de la ciencia.
- Formar un alumnado crítico y capaz de optar por los diferentes argumentos que se le presenten.

Por otro lado, los profesores solemos pedir a nuestros alumnos que justifiquen o argumenten sus respuestas y suele suceder que no está claro para los alumnos el significado de estos términos. Más aún, estas habilidades suelen no estar muy desarrolladas en el alumnado. Esto

requiere que los profesores hagamos explícito el significado de estos términos y que, además, enseñemos estas habilidades antes de requerirlas. En este sentido, la única forma de que los alumnos adquieran estas competencias es que se entrenen en la producción de textos argumentativos (Giere, 1999).

Algunas actividades para la producción de textos argumentativos son:

- Los alumnos leerán dos breves textos divulgativos sobre la evolución. Uno de ellos estará basado en una concepción de la evolución como un proceso lineal y el otro deberá corresponderse con una visión más acorde con el modelo del “árbol”. Los alumnos deberán buscar escenas de la película que apoyen a una u otra concepción.
- Un gliptodonte intenta romper su eslabón en la cadena evolutiva, ¿Qué significa “eslabón evolutivo”? ¿Podría él mismo romperla?
- En otra escena Sid dice que no cree en la supervivencia del más fuerte. Elaborar un comentario a favor o en contra de su afirmación.

B- Pequeñas investigaciones bibliográficas

En muchas ocasiones las propuestas de realización de investigaciones bibliográficas se convierten para los alumnos en una tarea mecánica en la que se limitan a buscar, en las diferentes fuentes a las que tienen acceso, algún título o palabra que les indiquen que están cerca del tema en cuestión, pero sin un análisis claro respecto de qué es lo que en realidad se debe responder. Suelen copiar textualmente, sin reparar en cuánto comprenden y, en ocasiones, son incapaces de distinguir hasta donde deben copiar.

Para evitar esta suerte de “resúmenes” tan poco significativos es importante generar una instancia previa para analizar los objetivos de la tarea y las cuestiones a investigar, explicitar sus alcances, al tiempo que los alumnos puedan también hacer explícitas las ideas que tienen respecto de lo que se espera de su trabajo. Es cierto que la planificación y anticipación de las tareas consumen tiempo de clases pero, a cambio, proporcionan una posibilidad de que

el tiempo dedicado a la tarea en si misma sea provechoso. Tal como plantean Jorba y Sanmartí (1999), si se quiere conseguir una enseñanza eficaz conviene que los estudiantes sean conscientes de lo que van a aprender y de por qué se proponen unas determinadas actividades para facilitar este aprendizaje. Es decir, es necesario que cada alumno elabore una representación del producto final que se espera en cada una de las actividades, de los resultados que se pretenden alcanzar y también de las razones por las que el profesor/a las ha planificado.

Algunas de las cuestiones que se proponen para ser investigadas en fuentes tales como libros específicos, enciclopedias o Internet son las siguientes:

- La película comienza mostrando imágenes en las que se ve a diferentes grupos de animales migrando porque comienza la era de hielo, es decir, la glaciación. ¿Existieron realmente las glaciaciones en la Tierra? En caso afirmativo, ¿En qué épocas? ¿Existían formas de vida?
- ¿Cuáles de los personajes animales principales están extintos?
- Más allá de la fantasía, las escenas de convivencia de los personajes con el bebé humano, ¿podrían haber sido posibles?
- En una escena se muestran pinturas rupestres. ¿Qué representaciones artísticas de ese tipo son las más famosas en Europa y en América? Algunas de ellas tienen las visitas muy restringidas y otras hasta prohibidas, ¿Cuál es la razón? ¿Qué opinan ustedes al respecto? ¿De qué época son? ¿Qué sentido pueden haber tenido, según la opinión de los antropólogos que sus autores las hayan realizado?
- Buscando alimentos para el bebé, los protagonistas se encuentran con un grupo de pájaros que se muestran poco inteligentes y de hecho, todos mueren en la escena. Su nombre es Dodo que en danés quiere decir torpe, lento. ¿Cuál fue el destino real de dichos animales? (Para conocer su aspecto pueden consultar el libro Alicia en el país de las maravillas).
- Si la película transcurriera en la misma época pero en lo que actualmente es nuestro país ¿Qué especies podrían protagonizar el relato? ¿Qué aspectos importantes de la trama deberían modificarse y de qué manera?

C- Formulación de hipótesis

La formulación de hipótesis es una de las características más conocidas del proceso de construcción del conocimiento científico (Chalmers, 2000, Driver y Newton, 1997, Klimovsky, 1997), por lo que no es necesario reseñar aquí la importancia de que los alumnos se ejerciten en esta habilidad.

Asimismo, la formulación de hipótesis es una destreza o procedimiento fuertemente transferible, es decir exportable o aplicable a muchas situaciones y disciplinas, en virtud de lo cual creemos muy importante su enseñanza y práctica en las clases de ciencias. La observación de esta película puede resultar, tal como dijimos, un elemento motivador para buscar posibles respuestas a ciertas escenas de la misma, que pueden ser presentados como problemas. Estos son algunos posibles:

- Un grupo de pequeños tapires juega “a la extinción” en el barro. Elaborar una explicación posible de qué modo los tapires podrían realmente extinguirse.
- Una escena muestra a los hombres en compañía de perros. Los científicos actualmente afirman que los perros domésticos descenden de los lobos y los registros fósiles parecen confirmar que hace más de 14.000 años que se domesticaron. Elaborar una hipótesis de cómo puede haber sido el proceso de domesticación a partir del ancestro.
- Sid, el perezoso, observa en la caverna de hielo una sucesión de seres atrapados, como si fueran una suerte de registro fósil. Elaborar una hipótesis que explique cuál es el criterio de ordenación de esos seres atrapados (registro fósil).

D- Actividad de integración

Los “errores” de la película pueden explotarse didácticamente para enriquecer la comprensión de los temas analizados (algunos de ellos ya fueron abordados en el apartado A). El docente

puede seleccionar otros que le parezcan relevantes, basándose en las explicaciones del apartado destinado al análisis de las disonancias científicas. Una vez identificados, se puede proponer a los alumnos la tarea de reescribir el guión de forma tal que sea coherente con los modelos científicos.

Conclusiones

Como afirma Genèvie Jacquinot (1996), especialista francesa en las utilización de medios audiovisuales para la educación, hacer una obra didáctica es “reflexionar sobre la situaciones que permiten reafirmar una concepción, o bien, por el contrario, invalidarla y pasar de este modo a otra concepción”. Sólo en este marco debería plantearse el uso didáctico de las películas o de cualquier otro recurso tecnológico. De lo contrario, estaremos utilizando un recurso

potencialmente rico para reproducir modelos tradicionales de enseñanza.

Hemos analizado una película -que hemos seleccionado principalmente por su carácter motivador- desde el punto de vista científico y hemos propuesto algunas actividades para realizar a partir de la película que permiten poner en juego ciertas destrezas importantes para el aprendizaje de las ciencias tales como la producción de textos argumentativos, la elaboración de hipótesis y las investigaciones bibliográficas.

Asumimos que los docentes podemos diseñar actividades didácticamente significativas a partir de las numerosas, excelentes y amenas películas actualmente disponibles que pueden generar instancias de aprendizaje que representen verdaderos desafíos cognitivos para los alumnos.

Bibliografía

- Alcock, J. (1997). *Animal Behavior*. Sunderland, Massachussets: Sinauer.
- Begon, M. & Harper, J. L. (1999). *Ecología*. Barcelona: Omega.
- Burenhult, G. (Ed.) (1994a). *Más allá de África*. Barcelona: Círculo de Lectores.
- Burenhult, G. (Ed.) (1994b). *El amanecer de la humanidad*. Barcelona: Círculo de Lectores.
- Cavalli-Sforza, L. y Cavalli-Sforza, F. (1994). *Quiénes somos*. Barcelona: Crítica.
- Chalmers, A. (2000). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Buenos Aires: Siglo Veintiuno.
- Davidson, I. y Noble, W. (1994). De los sonidos a las palabras: un descubrimiento humano. En Burenhult, G. *El amanecer de la humanidad*. Barcelona: Círculo de Lectores, pp. 22.
- Driver, R. y Newton, P. (1997). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. Conferencia ESERA, Septiembre de 1997, Roma.
- Giere, R. (1999). Un nuevo marco para enseñar el razonamiento científico. *Enseñanza de las Ciencias*, num. extra, pp. 63-69.
- Gould, S. (1994). La evolución de la vida en la Tierra. *Investigación y Ciencia*, n° 219, pp. 54-61.
- Harvey Pough, F. y otros. (2000). *Vertebrate life*. New Jersey: Prentice Hall
- Jorba, J. y Sanmartí, N. (1999). La evaluación como instrumento para mejorar el proceso de aprendizaje de las ciencias. En Del Carmen, L. (coord.) *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Buenos Aires: Horsori.
- Jacquinot, Genèvie. (1996). *La escuela frente a la pantalla*. Buenos Aires: Aique
- Klimovsky, G. (1997). *Las desventuras del conocimiento científico*. Buenos Aires: A-Z editora.
- Sardà Jorge, A. y Sanmartí, N. (2000). *Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias*. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (3), pp. 405-422.
- Shoshani, J. (1993). *Elefantes*. Barcelona: Plaza & Janés.