

LA CIENCIA FICCIÓN COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS¹

Juan Espinoza Gutiérrez²

Resumen

Este trabajo presenta la experiencia concreta de una asignatura electiva de carácter teórico-práctica que tiene el propósito de aplicar leyes y principios de las ciencias físicas para analizar algunas obras de la literatura y el cine de ciencia ficción, empleándolas como estrategias didácticas para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y, en particular, las ciencias físicas. La asignatura tiene el mismo título de este trabajo y está dirigida a estudiantes de pedagogía de la Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Chile, y se dicta desde el año 2007.

Palabras clave: Ciencia ficción; estrategia didáctica; modelo de E/A como investigación; ciencias físicas; literatura de ciencia ficción; cine de ciencia ficción

Abstract

In this paper we present a concrete experience of elective course of theoretic – practical character with the aims to apply laws and principles of physical sciences, for to analyze some works of the literature and cinema of science fiction, using its as didactic strategies for teaching – learning of sciences. The course have the same title of this work and it is directed to pedagogical students of Faculty of Basics Sciences of Metropolitan Sciences Education University, Chile, and we offer it since of 2007 year.

Keywords: science fiction; didactic strategies; teaching – learning as investigation model; physical sciences; literature of science fiction; cinema of science fiction.

¹ Trabajo adaptado de los presentados en: II Jornadas Internacionales de Ciencia Ficción, Buenos Aires, 6 al 8 de noviembre de 2014; III Encuentro Nacional de Didáctica de la Física, Valparaíso, 22 al 24 de julio de 2015.

² juan.espinoza@umce.cl, Departamento de Física, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación.

Recibido: 12 noviembre 2018; **Aceptado:** 17 diciembre 2018

Introducción

En este trabajo se presenta la experiencia de una asignatura electiva en la que se da una visión sucinta de la ciencia ficción, su relación con la ciencia, y en particular las ciencias físicas (Física y Astronomía, principalmente) para explorar las diversas maneras en que las ciencias se han utilizado en la creación de este género literario. Durante el desarrollo de este tema se analizan obras de ciencia ficción, ya sean literarias como cinematográficas, desde el punto de vista de las ciencias físicas, buscando sus aciertos y errores.

A principios de los años setenta del siglo pasado apareció el libro de Alvin Toffler, *El shock del futuro* (Toffler, 1970), reflexionando sobre la velocidad del cambio en nuestra cultura actual, dominada por los efectos de la ciencia y la tecnología y sometida a su excepcional capacidad transformadora. La idea central del libro de Toffler puede exponerse de forma simple: Hace sólo un poco más de doscientos años, nuestros antepasados nacían y aprendían a vivir en un mundo que seguía siendo el mismo cuando terminaban sus vidas. Pocos cambios eran percibidos en la vida de un ser humano. Pero a nosotros esto nos está vedado ya que el futuro llega a nuestras vidas rápidamente, y la responsabilidad principal de esta elevada tasa de cambio reside en las perspectivas de novedad que ofrece la tecnología y la ciencia.

La ciencia ficción está basada en la creencia de que el mundo está cambiando, que el camino que seguimos es el cambio, y que la humanidad se ajustará a él, o que el cambio se ajustará a la humanidad, o correremos peligro. Este es el tema del libro de no-ficción, *El shock del futuro*, de Alvin Toffler, en el que escribe:

“La apabullante corriente del cambio, un torrente tan poderoso hoy en día que trastorna instituciones, cambia nuestros valores, y confunde nuestras raíces. El cambio es el proceso por el que el futuro invade nuestras vidas, y es muy importante mirarlo de cerca, y no meramente desde las grandes perspectivas de la Historia, sino también desde el ventajoso punto del diario vivir, inspirado en individuos que lo han experimentado [...] No tenemos una literatura del futuro para uso en estas clases, pero sí una literatura sobre el futuro, consistente no sólo de las grandes utopías sino también de la ciencia ficción contemporánea... La ciencia ficción tiene un inmenso valor como fuerza impulsora para la creación del hábito de la anticipación. Nuestros niños deberían estudiar a Arthur C. Clarke, William Tenn, Robert Heinlein, Ray Bradbury, y Robert Sheckley, no porque estos escritores puedan contarles sobre naves espaciales y máquinas del tiempo sino, mucho más importante, porque ellos pueden guiar las jóvenes mentes a través de una exploración imaginativa

de la jungla de la política, lo social, lo psicológico y lo ético que estos niños enfrentarán cuando adultos.”

Problemática

Ante la pregunta que se hacen algunos profesores, y entre ellos la planteada en (Bacas, P., et al., 1993), ¿Qué papel puede presentar la ciencia ficción en el panorama actual de la enseñanza- aprendizaje de las ciencias? Se puede responder como lo hace Goswami (Goswami, 1984).

“Debería ser ya evidente que la ciencia ficción ofrece a los educadores una oportunidad inesperada, no sólo para suscitar en los jóvenes el entusiasmo por el estudio de las ciencias, sino también para alentarlos a seguir la danza de la realidad al ritmo de la ciencia y de la ciencia ficción.”

Se propone emplear la ciencia ficción como una estrategia didáctica más, integrada en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, ciencias que se interrogan y que se relacionan con el mundo real. En este sentido, no se debe olvidar el papel representado por la ciencia ficción, que según algunas de sus definiciones, ha extrapolado los conocimientos científicos y tecnológicos hacia el futuro, mostrando sus posibles consecuencias en la sociedad.

La ciencia ficción como estrategia didáctica

En este trabajo se desea mostrar, principalmente, el potencial didáctico de la ciencia ficción para su utilización como una herramienta didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la Física, la Astronomía y otras ciencias.

Las obras literarias y cinematográficas de ciencia ficción constituyen un excelente material para la elaboración de actividades didácticas para la enseñanza de las ciencias físicas en el aula escolar. Debido a las características especiales del género de ciencia ficción, su utilización a nivel escolar permite explorar conceptos, leyes y teorías científicas, analizar el quehacer científico, la naturaleza de la ciencia y establecer apropiadamente la relación existente entre ciencia y otros ámbitos de la vida social.

La utilización de la ciencia ficción como estrategia didáctica no constituye un recurso nuevo en la comunidad internacional, especialmente en el mundo anglosajón, en donde desde hacia mediado de los años setenta, se comunicaron diversas experiencias didácticas en la literatura especializada hasta las últimas décadas, las que se pueden mencionar al respecto (Calame, 1973; Schmidt, 1973; Zander, 1975; Freedman y Little, 1980; Southworth, 1987; Dubeck et al, 1990; Dubeck y otros, 1993; Freudenrich, 2000; Luokkala, 2014). También se plantea utilizar la ciencia ficción como motivación en

asignaturas iniciales de ciertas carreras (Sanderson, 2003; Segall, 2002) o numerosos cursos propuestos en Departamentos de Físicas de varias universidades, mostradas en la web, (por ejemplo Johnson, 2010). También se han publicado diversos libros que tratan alguna temática de la ciencia ficción o sagas cinematográficas desde una visión científica (Krauss, 1995; Cavelos, 2000; Kakalios, 2006).

En idioma español, también se han publicado trabajos, como artículos (Palacios, 2007; Sierra, 2007; García, 2005; García, 2006; Barceló, 2000;) y libros (Moreno y José, 2002; Palacios, 2008), en los cuales se explora la utilización de la ciencia ficción en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, principalmente como motivación en asignaturas electivas de carreras universitarias o para el aprendizaje de las ciencias a nivel de educación secundaria.

Fundamentación y marco teórico

En la enseñanza de las ciencias se buscan medios para promover la cultura científica y nuevas estrategias motivadoras para divulgar y enseñar las ciencias, y uno de estos recursos puede ser un tema que posee gran atracción entre los jóvenes y público general, cual es la literatura y el cine de ciencia ficción.

Por lo tanto, la ciencia ficción puede ayudar a realizar algunas de nuestras esperanzas: hacer en la escuela una ciencia para todos, para que los ciudadanos comprendan el mundo que les rodea y adquieran una visión crítica sobre las ventajas o problemas que nos aqueja debido a los avances científicos y tecnológicos.

A nivel nacional, específicamente en la UMCE, se pueden mencionar las siguientes instancias desarrolladas por el autor de este trabajo:

Ciencia ficción: Ciencia e Imaginación, asignatura complementaria, dictada por el autor entre el año 1995 y 2001. El objetivo general de esta asignatura tenía el propósito desarrollar la imaginación, por medio de la fantasía científica, como una herramienta para comprender algunos conceptos de la física contemporánea.

Física y ciencia ficción, desde el año 2007 al 2011 se dictó esta asignatura electiva del plan de estudios 2005 para estudiantes de pedagogía en Física, cuyos objetivos propuestos son los que se presentan a continuación.

Didáctica de la Astronomía, asignatura de la mención Educación en Astronomía en la que desde el 2011 hasta la fecha, se trabaja la unidad "Astronomía en la ciencia ficción" como una estrategia didáctica para la enseñanza de la Astronomía, entre otras presentadas en la misma asignatura.

La ciencia ficción como estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, curso para profesores en servicio ofrecido los años 2013 y 2014 en la Escuela de temporada de actualización profesional de la UMCE.

La ciencia ficción como estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, asignatura electiva ofrecida desde el 2014 a todos los estudiantes de la Facultad de Ciencias Básicas de la UMCE (estudiantes de pedagogía en Física, Biología, Matemática y Química).

Las asignaturas dictadas desde el año 2007, Física y Ciencia ficción y La ciencia ficción como estrategia didáctica para la E/A de las ciencias, en general tienen los siguientes objetivos:

1. Estimular el aprendizaje de la Física mediante la utilización didáctica de la literatura y el cine de ciencia ficción.
2. Analizar la Física involucrada en obras de ciencia ficción, tanto literarias como cinematográficas.
3. Desarrollar y fomentar el pensamiento crítico, escéptico y dialogante, mediante la ciencia ficción.
4. Reflexionar y estudiar Física de manera diferente a las asignaturas tradicionales.
5. Determinar y analizar los errores físicos planteados en las obras literarias y el cine de ciencia ficción.
6. Promover la lectura de la literatura de ciencia ficción como medio de estimular la creatividad e imaginación.

La ciencia ficción se presenta como una potente herramienta didáctica, útil para diferentes funciones como:

1. Conocer las concepciones alternativas o esquemas conceptuales de los estudiantes.
2. Ayudar a que se produzca el cambio conceptual y metodológico.
3. Favorecer que el aprendizaje sea verdaderamente significativo.
1. Desarrollar el pensamiento divergente de los estudiantes, permitiendo el planteamiento de problemas abiertos, en los que la solución puede no ser única.
2. Estimular las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia y hacia su aprendizaje significativo.

¿Cómo utilizar la ciencia ficción en el aula? Damos un listado no exhaustivo de la utilización de la ciencia ficción en el aula.

1. Analizar ciencia ficción publicada como cuentos o novelas desde un punto de vista científico.
2. Descubrir los errores científicos del autor del cuento o novela.
3. Descubrir los errores científicos de la época en que fue escrito el cuento o novela.
4. Reconocer y pensar sobre las leyes de la naturaleza en un entorno diferente al habitual.
5. Inventar y escribir historias de ciencia ficción.
6. Descubrir los errores en las películas de ciencia ficción.
7. Analizar situaciones del tipo **¿Qué pasaría si...?**, si se cambian algunos parámetros físicos.
8. Realizar obras artísticas, elaboración de videos y maquetas sobre la base de temas de la ciencia ficción.

Las concepciones alternativas o preconceptos en ciencias, y en particular en la Física y la Astronomía, han sido una de las áreas de mayor interés de la investigación en didáctica de las ciencias, siendo numerosos los trabajos publicados. Un sitio en la web muy interesante acerca de este tema de los preconceptos (en inglés misconceptions) se encuentra en <http://www.badastronomy.com>, en el que se analizan las últimas producciones cinematográficas desde un punto de vista científico y otras fuentes de origen de los preconceptos. Los análisis realizados fueron publicados en un texto (Plait, 2002).

En la asignatura La ciencia ficción como estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias se ha adoptado el modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación utilizando la estrategia de la ciencia ficción.

El modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación (Gil, 1993) considera los aportes del constructivismo, la psicología del aprendizaje de las ciencias, la naturaleza de la ciencia en donde se analiza en particular las visiones deformadas de la ciencia que son transmitidas por la enseñanza (Fernández et al, 2002) y, por último, se apoya en la teoría del cambio conceptual y metodológico, considerando además el aspecto actitudinal. En esta corriente constructivista, el aprendizaje significativo de las ciencias se entiende como una actividad análoga a la investigación científica y tiene que producir necesariamente en el estudiante un cambio paradigmático. Las estrategias de este modelo de enseñanza-aprendizaje se traduce en la

elaboración de un programa guía de actividades para el trabajo de los estudiantes, y en (Gil et al, 2005) se muestran diversos ejemplos aplicados a diversas áreas de las ciencias.

Resultados

En la asignatura electiva La ciencia ficción como estrategia didáctica para la enseñanza de las ciencias, y también en las anteriores dictadas por el autor de este trabajo, se ha comenzado con una evaluación diagnóstica con la finalidad de averiguar si los estudiantes saben algo del tema y si han leído un cuento o novela de ciencia ficción, o la última película que han visto, o la relación que existe entre la ciencia y la ciencia ficción. En el Anexo 1 se presenta el cuestionario. El año 2014 asistieron a la asignatura electiva 35 estudiantes, de los cuales 25 rindieron la evaluación diagnóstica. Del análisis del primer interrogante, se deduce que los estudiantes no saben qué es la ciencia ficción, algunos creen que es una disciplina científica ya que la consideran como una rama de la ciencia; si bien es cierto que no hay una definición única de la ciencia ficción, también los estudiantes tienen diversas ideas al respecto. Lo mismo sucede con el interrogante 2 en que no está clara la relación entre ciencia y ciencia ficción. Pienso que esto se debe a que el 92 % de los estudiantes nunca han leído un cuento (interrogante 3) y el 68 % no han leído una novela de ciencia ficción (interrogante 4); el porcentaje de 32 % de novelas leídas se explica porque las citadas son lecturas de educación media. En cuanto a las películas, la gama es más amplia aunque se nombran algunas que no son de ciencia ficción.

En el siguiente cuadro están los contenidos que se abordan en la asignatura electiva.

CONTENIDOS

1. ¿Qué es la ciencia ficción?
2. La literatura de ciencia ficción.
3. Ciencia ficción dura y blanda
4. Temáticas de la ciencia ficción: escenarios del futuro.
5. La ciencia ficción como estrategia para el aprendizaje de las ciencias.
6. La ciencia en la ciencia ficción.
7. Ciencia ficción y Física clásica y contemporánea.
8. Elementos de escala en la ciencia ficción.
9. El cine de ciencia ficción y la Física: análisis de eventuales errores científicos.
10. Astrobiología y ciencia ficción.
11. La Física de los superhéroes: Superman, Spiderman, Flash, X-men, etc.
12. La Física en las novelas de Julio Verne y H.G. Wells.
13. La Física de Star Trek y Star Wars.
14. Problemas del medio ambiente y el futuro de la humanidad.

En el Anexo 2 se plantean las competencias que se pretenden lograr con la asignatura, puesto que se está en un sistema de currículo por competencias.

En el Anexo 3 se muestra la lista que se presenta a los estudiantes para que elijan cuentos y novelas de ciencia ficción. Las obras que tienen un asterisco corresponden a aquellas que se ha elaborado una guía didáctica como pauta para analizar la obra y que los estudiantes han elegido y unas cuantas que se trabajan en clase. Cabe resaltar que las obras que se han elegido corresponden a lo que se denomina ciencia ficción dura, que son aquellas en las que hay un tratamiento más riguroso de las ciencias naturales.

En el Anexo 4 se presenta una lista de las películas seleccionadas o, en algunos casos sólo se muestra en clase una secuencia de ellas, como la película King Kong que se exhibe parte de ella para tratar el tema de los cambios de escala en la ciencia ficción. Las películas marcadas con asterisco en la lista, son las que se cuenta con una guía didáctica como pauta de análisis de ellas.

En el Anexo 5 se ofrece un ejemplo de pauta del cuento "Mancha solar" del autor norteamericano Hal Clement, en la que están desarrolladas algunas de las actividades propuestas a los estudiantes. Este cuento es de lectura obligatoria durante el desarrollo de la asignatura, puesto que su análisis científico se realiza mediante una presentación ppt. Este cuento trata de una expedición de astronautas y científicos que se instala en el interior de un cometa con la finalidad de estudiar el Sol durante el perihelio de su órbita, lo cual permite estudiar diversos temas del movimiento planetario, las leyes de la radiación, el tamaño angular del Sol visto desde el cometa, entre otros. Hay que resaltar que el autor presenta diversos datos que son posibles de corroborar mediante las leyes físicas conocidas, no siendo un invento fantasioso del escritor.

En el Anexo 6 se presenta una lista de documentales acerca de la ciencia ficción o algunas de sus temáticas, que se ha recopilado durante varios años, y algunos se pueden encontrar en youtube. Los documentales identificados con asterisco corresponde a los que se han visto y analizado alguna vez durante el desarrollo de las asignaturas.

En general, la aceptación de la asignatura ha sido positiva por parte de los estudiantes, dado su carácter de electiva y no obligatoria, por el número de inscritos. A pesar de que no conocen y no han leído mucho de ciencia ficción, encuentran que la aplicación de esta estrategia de enseñanza-aprendizaje, diferente a las que se emplean en el aula, es efectiva.

Conclusiones

Entre las conclusiones que se pueden mencionar al utilizar la ciencia ficción en las asignaturas están:

- Se cuenta con el diseño curricular de la asignatura y el programa validado.
- Se aplica una nueva estrategia de enseñanza-aprendizaje, diferente a las tradicionalmente utilizadas en el aula, mediante el conocimiento de algunas obras de la literatura y el cine de ciencia ficción.
- Aplicación del modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación.
- La ciencia ficción es una excelente estrategia para contextualizar la enseñanza-aprendizaje de las ciencias.
- Algunas obras de ciencia ficción permiten analizar aspectos de la naturaleza de la ciencia y su relación con el ámbito social.
- Se dispone de material didáctico audiovisual suficiente para implementar la asignatura.
- Se han elaborado guías didácticas, como pautas para analizar cuentos, novelas y películas de ciencia ficción, sobre la base del modelo de E/A como investigación.
- Se promueve la lectura de cuentos y novelas de ciencia ficción.

Bibliografía

- Bacas, P., y otros (1993) Física y Ciencia Ficción. Editorial Akal, Madrid.
- Barceló, M. Ciencia, divulgación científica y ciencia ficción.
- Calame, G. (1973) The science in science fiction: A seminar course. American Journal of Physics Vol. 41, p. 184-187.
- Cavelos, J. (2000) The science of Star Wars. Ed. St. Martin Griffin, New York.
- Dubeck, L., Bruce, M., Schmuckler, J., Moshier, S., Boss, J. (1990) Science fiction aids science teaching. The Physics Teacher May 1990, p. 316-318.
- Dubeck, L., Bruce, M., Schmuckler, J., Moshier, S., Boss, J. (1993) Finding the facts in science fiction films. The Science Teacher April 1993, p. 46-48.

- Freedman, R. and Little, W. (1980) *Physics 13: Teaching modern physics through science fiction*. American Journal of Physics Vol. 48, p. 548-551.
- Freudenrich, C. (2000) *Science–Fiction science: Using science – fiction to set context for learning science*. The Science Teacher, p. 42-45.
- García, F. (2006) *Cuando los mundos chocan*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.
- García, F. (2005) *Star Trek: un viaje a las leyes de la dinámica*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.
- Gil, D. (1993) *Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación*. Enseñanza de las Ciencias 11 (2) p. 197-202.
- Gil, D., Macedo, B., Martínez, J., Sifredo, C., Valdés, P., Vilches, A., editores (2005) *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. UNESCO.
- Goswami, A. (1984). *Una doble exploración de la realidad*. El Correo de la Unesco.
- Goswami, A. y Goswami, M. (1985) *The cosmic dancers: Exploring the science of science fiction*, Ed. McGraw-Hill, New York.
- Johnson, C. (2010) *Science in science fiction*. Curso del Departamento de Física, San Diego State University.
- Kakalios, J. (2006) *La física de los superhéroes*, Ed. Robinbook, Barcelona.
- Krauss, L. (1995) *The physics of Star Trek*. Ed. Basic Books.
- Luukkala, Barry. (2014) *Exploring science through science fiction*. Ed. Springer.
- Moreno, M. y José, J. (2002, 2.ª edición) *De King Kong a Einstein: la Física en la ciencia ficción*, Editorial Alfaomega-Ediciones UPC, Barcelona.
- Palacios, S. (2007) *El cine y la literatura de ciencia ficción como herramientas didácticas en la enseñanza de la Física: Una experiencia en el aula*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.
- Palacios, S. (2008) *La guerra de dos mundos: El cine de ciencia ficción contra las leyes de la física*, Editorial Robinbook, Barcelona.
- Plait, P. (2002). *Bad Astronomy: Misconceptions and misuses revealed* Editorial John Wiley, New York.
- Sanderson, D. (2003) *Using science fiction to teach computer science*. En línea.
- Schmidt, S. (1973) *Science fiction courses: An example and some alternatives*. American Journal of Physics Vol. 41, September 1973, p. 1052-1055.
- Segall, A. (2002) *Science fiction in the engineering classroom to help teach basic concepts and promote the profesión*. Journal of engineering education. http://findarticles/p/articles/mi_ga3886/is_200210/ai_n9114535
- Sierra, C. (2007) *Fortalezas epistemológicas y axiológicas de la ciencia ficción: Un potosí pedagógico mal aprovechado en la enseñanza y divulgación de las ciencias*. . Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias. En línea.
- Southworth, T. (1987) *Modern physics and science fiction: A mini-unit for high school physics*. The Physics Teacher February 1987, p. 90-91.
- Toffler, A. (1971) *El shock del futuro*, Editorial Plaza & Janés, Barcelona.
- Zander, A. (1975) *Science and fiction: An interdisciplinary approach*. American Journal of Physics Vol. 43, January 1975, p. 9-12.

ANEXO 1**LA CIENCIA FICCIÓN COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA E-A DE LAS CIENCIAS****CUESTIONARIO DIAGNÓSTICO 2014**

NOMBRE:

CARRERA:

¿Qué es la ciencia ficción?

¿Qué relación existe entre ciencia y ciencia ficción?

¿Has leído un cuento de ciencia ficción? ¿Cuál o cuáles?
¿Cuál fue el último? Narra brevemente su trama.¿Has leído alguna vez una novela de ciencia ficción?
¿Cuál? ¿Cuál fue la última? Describe brevemente su trama.

¿Qué película de ciencia ficción has visto últimamente?

Escribe tres ideas que transmite la ciencia ficción acerca de: a) la ciencia; b) los científicos.

ANEXO 2**COMPETENCIAS**

El (la) alumno(a) que ha aprobado la asignatura:

- Aplica leyes y principios de las ciencias físicas para analizar algunas obras de la literatura y el cine de ciencia ficción.
- Conoce algunas obras de la literatura y el cine de ciencia ficción y su aplicación en la enseñanza de las ciencias físicas.
- Determina y analiza los errores físicos planteados en obras literarias y el cine de ciencia ficción.
- Desarrolla y fomenta el pensamiento crítico, escéptico y dialogante mediante el análisis de obras literarias y el cine de ciencia ficción.
- Estimula el aprendizaje de las ciencias físicas mediante la utilización didáctica de la literatura y el cine de ciencia ficción.
- Promueve la lectura de la literatura de ciencia ficción como medio de estimular la creatividad y la imaginación.

ANEXO 3

Cuentos y novelas seleccionados:

Cuentos

- “Mancha solar”, de Hal Clement *
- “Verano en Ícaro”, de Arthur C. Clarke*
- “El viento del Sol”, de Arthur C. Clarke*
- “El centinela”, de Arthur C. Clarke *
- “En el cometa”, de Arthur C. Clarke *
- “Estrella de neutrones”, de Larry Niven*
- “Primer contacto”, de Murray Leinster*
- “Anochecer”, de Isaac Asimov*
- “Una odisea marciana”, de Stanley G. Weinbaun*
- “El día en llamas”, de Poul Anderson*
- “Equipo de recolección”, de Robert Silverberg
- “Duelo en Sirte”, de Poul Anderson*
- “Elemento 79”, de Fred Hoyle*
- “Kyrie”, de Poul Anderson
- “Bruma estelar”, de Poul Anderson
- “El hombre del agujero”, de Larry Niven*
- “Maëlstrom II”, de Arthur C. Clarke*
- “Júpiter Cinco”, de Arthur C. Clarke*
- “En el abismo”, de H. G. Wells*
- “Tensión extrema”, de Arthur C. Clarke*
- “Partida de rescate”, de Arthur C. Clarke*
- “Tránsito de la Tierra”, de Arthur C. Clarke
- “... Y construyó una extraña casa”, de Robert A. Heinlein*
- “Un subterráneo llamado Moebius”, de A. J. Deutsch*
- “La estrella”, de Arthur C. Clarke*
- “Multivac”, de Isaac Asimov*
- “La última pregunta”, de Isaac Asimov*

Novelas

- “Cita con Rama”, de Arthur C. Clarke*
- “La nube negra”, de Fred Hoyle*
- “2001 Odisea del espacio”, de A.C. Clarke*
- “De la Tierra a la Luna”, de Julio Verne*
- “Misión de gravedad”, de Hal Clement*
- “Tau Cero”, de Poul Anderson
- “Infierno”, de Fred Hoyle
- “2010, Odisea dos”, de Arthur C. Clarke
- “Contacto”, de Carl Sagan*
- “Mundo anillo”, de Larry Niven
- “El martillo de Dios”, de Arthur C. Clarke*
- “Eclipse total”, de John Brunner
- “Voces de un mundo distante”, de A.C. Clarke
- “Regreso a Titán”, de Arthur C. Clarke
- “Siete pasos al Sol”, de Fred Hoyle y Geoffrey Hoyle
- “Órbita inestable”, de John Brunner
- “La amenaza de Andrómeda”, de Michael Crichton
- “Quinto planeta”, de Fred Hoyle y Geoffrey Hoyle
- “Órbita ilimitada”, de Poul Anderson
- “2061 Odisea tres”, de Arthur C. Clarke
- “Cronopaisaje”, de Gregory Benford
- “El martillo de Lucifer”, de Larry Niven y Jerry Pournelle
- “Persecución cósmica”, de Hal Clement
- “Fuentes del paraíso”, de Arthur C. Clarke
- “En el espacio profundo”, de Fred y Geoffrey Hoyle
- “Estrella doble”, de Robert A. Heinlein
- “La nave de un millón de años”, de Poul Anderson
- “Las estrellas son de fuego”, de Poul Anderson
- “Marte rojo”, de Kim Stanley Robinson

ANEXO 4

Películas seleccionadas o secuencias de ellas:

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • 2001, odisea del espacio* • Impacto profundo* • Serie Star Wars* • Serie Star Trek* • 2010, el año en que hicimos contacto • Contacto* • Inteligencia artificial • La guerra de los mundos* • Misión a Marte* • Cuando el destino nos alcance • Fahrenheit 451 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Naves misteriosas* • La nave de la muerte ("Event horizon")* • La amenaza de Andrómeda • Misión rescate* • Matrix • Enemigo mío • Avatar * • El hombre bicentenario* • Gattaca* • Gravedad* • Interstellar* |

ANEXO 5

ASIGNATURA ELECTIVA

GUÍA DE ACTIVIDADES

NOMBRE DEL CUENTO: MANCHA SOLAR

Autor: Hal Clement

Previamente para responder las preguntas siguientes se requiere leer el cuento y hacer un **resumen** breve de él, anotando todos los datos numéricos que el autor presenta y algunas citas del cuento si es pertinente. Armar un informe impreso muy bien ilustrado en que esté el resumen y las respuestas al Cuestionario y una presentación ppt.



1. Describir y comparar el concepto físico de cometa que presenta el autor en el cuento con lo que se conoce actualmente, mediante el aporte de las sondas espaciales que han investigado a los cometas.
 2. ¿Qué características tienen los cometas? ¿Cuáles son sus dimensiones y otras características físicas?
 3. Calcular la trayectoria del cometa considerando la geometría de la elipse y consideraciones físicas.
 4. Estudiar los modelos cometarios propuestos a través de la historia.
 5. Los datos siguientes se pueden extraer del cuento y otros son calculados y están indicados con *:
- Diámetro del cometa = 3 km
 - Masa = 3×10^{13} kg
 - Pierde 300 a 400 m de radio al pasar por perihelio
 - Distancia perihelio – fotosfera = 150 000 km
 - *Velocidad de escape = 1,4 m/s – 1,6 m/s (calculado)

- *Aceleración de gravedad = $8,9 \times 10^{-4} \text{ m/s}^2$ (calculado)
 - *Tamaño angular = $3,5^\circ$ desde $23 \times 10^6 \text{ km}$ (calculado)
 - *Velocidad en el perihelio = 500 km/s (calculado). Comparar con cometa de Halley.
6. Calcular el tamaño angular del Sol visto desde el cometa para distintas distancias de él.



El tamaño angular es el ángulo que subtenden uno o más objetos del cielo, tal como dos estrellas de una constelación, o el Sol visto desde la Tierra u otro objeto, como el cometa en este cuento.

La figura siguiente es un esquema para determinar una relación para calcular el tamaño angular de un cuerpo celeste.



El tamaño angular α está expresado por la siguiente relación:

$$\text{tamaño angular} = (360^\circ A / 2 \pi R)$$

$$\alpha = 57,3^\circ (\text{tamaño real del objeto} / \text{distancia})$$

Visión del Sol desde el cometa:

$$\text{Distancia Sol - cometa} = 23 \times 10^6 \text{ km}$$

$$\text{Diámetro del Sol} = 1,4 \times 10^6 \text{ km}$$

$$\alpha = 3,5^\circ$$

7. Estudio del Sol: tamaño, estructura, temperatura, composición, reacciones termonucleares que originan su energía, comparación con otras estrellas, etc.
8. Estudiar el movimiento de objetos en gravedad muy baja: como la del cometa.

Para estudiar este tema se utilizan leyes físicas como:

$$\text{Ley de gravitación universal: } F = G \frac{M m}{r^2}$$

$$\text{Peso} = mg \quad \text{Aceleración de gravedad en el cometa: } g_c = 8,9 \times 10^{-4} \text{ m/s}^2$$

$$\text{Velocidad de escape: } v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

$$M = \text{masa del cometa} = 3 \times 10^{13} \text{ kg}$$

$$\text{Si el Radio del cometa} = 2 \times 10^3 \text{ km} \rightarrow v_e = 1,4 \text{ m/s}$$

$$\text{Si el radio del cometa} = 1,5 \times 10^3 \text{ km} \rightarrow v_e = 1,6 \text{ m/s}$$

En la asignatura se analiza cómo se obtiene la relación para la velocidad de escape. También se calcula la velocidad del cometa en el perihelio mediante un análisis energético del movimiento planetario, para llegar a la conclusión que:

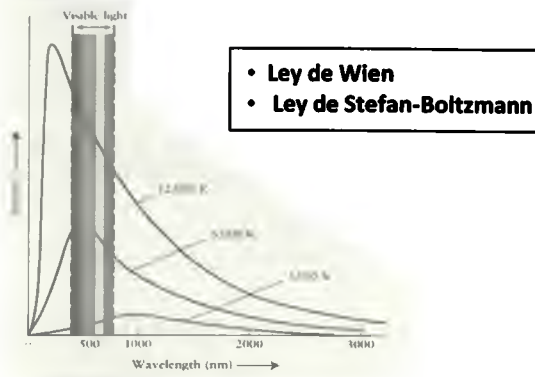
- Velocidad del cometa cerca del perihelio = 500 m/s
- Órbita parabólica
- Si M es la masa del Sol y m la masa del cometa, su velocidad en un punto cualquiera de una órbita elíptica se expresa por:

$$v^2 = G(M + m) \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right)$$

Donde a es el semi eje mayor de la elipse y r es la distancia al foco de la elipse. Pero $m \ll M$, se pueden obtener otras expresiones para calcular.

9. Calcular la intensidad de la radiación solar a diferentes distancias, desde el cometa o de planetas del sistema solar.
10. Estudio de la radiación del cuerpo negro y de la relación entre color y temperatura.

Aquí se estudia el concepto físico de cuerpo negro y las leyes de la radiación que se presentan a continuación.



Ley de Wien $\lambda T = cte$
 Cte. = $0,290 \times 10^{-2} \text{ m K}$
Ley de Stefan-Boltzmann
 $R_N(T) = \sigma T^4$
 $\sigma = 56,697 \text{ nW}/(\text{m}^2\text{K}^4)$

Si la energía absorbida por el cometa, se distribuye por todo su volumen, y si consideramos que se comporta como un cuerpo negro, ¿cuál es la temperatura que alcanza?

11. Completar la tabla siguiente con los datos antes calculados.

Distan- cia Sol - cometa (km ; m)	Área esfera (m ²)	Δt para el perihelio (h, min)	Tamaño angular del Sol (°)	Inten- sidad radiación (W/m ²)
1,15 x 10 ⁸				2349,4
1,15 x 10 ¹¹	1,66 x 10 ²³		0,7	2,4 x 10 ³
35 x 10 ⁶				25 324,7
3,5 x 10 ¹⁰	1,54 x 10 ²²	67, 0	2,3	2,5 x 10 ²⁴
23 x 10 ⁶				58 646,6
2,3 x 10 ¹⁰	6,65 x 10 ²¹		3,5	5,9 x 10 ⁴
22 x 10 ⁶				64 144,7
2,2 x 10 ¹⁰	6,08 x 10 ²¹		3,7	6,4 x 10 ⁴
15 x 10 ⁶				137 809,2
1,5 x 10 ¹⁰	2,83 x 10 ²¹	21, 0	5,3	1,4 x 10 ⁵
8 x 10 ⁶				4,85 x 10 ⁵
8 x 10 ⁹	8,04 x 10 ²⁰	10, 50	10	
1,5 x 10 ⁶				
1,5 x 10 ⁹	2,83 x 10 ¹⁹		53,5	1,38 x 10 ⁷
9,36 x 10 ⁵	1,10 x 10 ¹⁹	1, 18	85,7	3,5 x 10 ⁷
9,36 x 10 ⁸				

Apliquemos las leyes de la radiación al estudio del cometa del cuento:

Del estudio del cometa de Halley se sabe que es de color oscuro, reflejando sólo el 4 % de la luz solar incidente. **Albedo** de 0,04, por lo que el factor restante, 96 %, es absorbido por el cometa.

¿Cuál es la potencia total irradiada por el Sol?

Potencia total irradiada por el Sol =

$$4 \pi R_s^2 \sigma T_s^4 = 3,90 \times 10^{26} \text{ W}$$

¿Cuál es la energía por unidad de tiempo y área a la distancia de una unidad astronómica?

Área de la esfera que rodea al Sol a la distancia del perihelio del cometa:

$$A_{per} = 4 \pi R_{per}^2 = 1,1 \times 10^{19} \text{ m}^2$$

¿Cuál es la energía por unidad de tiempo y área a la distancia del perihelio?

¿Cuál es la energía que absorbe el cometa?

ANEXO 6

Documentales acerca de la ciencia ficción o algunas de sus temáticas:

- La ciencia de Star Trek, serie Los nuevos exploradores.*
- Computadoras y ciencia ficción, serie Los nuevos exploradores.
- Serie Hacia el futuro (Future quest)*, compuesto por: Extraterrestres, El futuro, Globalnet, La forma del espacio, La educación del futuro, Realidad virtual, El trabajo.
- La guerra de los mundos, serie Obras maestras.*
- Extraterrestres, serie Futuro fantástico.
- Pioneros del espacio, serie Futuro fantástico.
- Un planeta que se encoge, serie Futuro fantástico.
- Alien ¿estamos solos?*
- Extraterrestres ¿dónde están?, serie Horizontes científicos.
- Ciencia de lo imposible: Future body.
- Ciencia de lo imposible: El fin del mundo.
- Ciencia de lo imposible: Fuerzas invisibles.
- Ciencia de lo imposible: Robots (1ª y 2ª partes)
- Fantasy trip to a neutron star.
- Destino Marte, serie Horizontes científicos.
- Ciencia ficción y realidad, serie El Universo de History Channel.*
- Profetas de la ciencia ficción (Prophets of science fiction)* Serie de documentales de Discovery Science Channel, producido y presentado por Ridley Scott, exhibido a partir de noviembre 2011. La serie consiste de 8 programas de una hora cada uno y tienen los títulos: Mary Shelley*, Philip K. Dick, H.G. Wells*, Arthur C. Clarke*, Isaac Asimov, Jules Verne*, Robert Heinlein, George Lucas.