

JULIO VERNE EN CLASE DE FÍSICA

Bacas Leal, P.; Martín-Díaz, M. J.; Perera Cendal, F. y Pizarro Galán, A. M.

Profesores de Enseñanza Secundaria - Grupo Alkali.

Las situaciones que se fantasean en la ciencia ficción constituyen un espléndido medio para atraer la atención del lector hacia ciertos aspectos científicos. Como tal elemento motivador, el libro de ciencia ficción puede ser utilizado como instrumento didáctico fundamental, para mejorar las actitudes de los alumnos ante las clases de ciencias.

Pero hay una gran diversidad en las obras de ciencia: las que, en el caso de autores como I. Asimov o G. Gamow, por ejemplo, poseen una verdadera base científica y que son exponentes de la llamada "ciencia ficción dura"; y las que presentan situaciones fantásticas que violan las leyes de la naturaleza y la ciencia rechaza. En el caso de las obras de Julio Verne, autor que puede ser encuadrado en la línea de la "ciencia ficción dura", se encuentran situaciones cuya posibilidad es avalada por la ciencia y ejemplos de errores (del autor o del conocimiento científico de su época). En este artículo se exponen las posibilidades didácticas que encierran dos obras de este gran autor de ciencia ficción.

La actitud de los alumnos hacia la Ciencia y su influencia sobre el aprendizaje han sido objeto de numerosos estudios (Ransley y Howe, 1969; Taylor, 1974; Schibecchi, 1984). Algunos autores (Milson, 1972; Story y Brawn, 1979) han indicado que el uso de determinados materiales curriculares y métodos de enseñanza influyen positivamente en las actitudes de los alumnos hacia las ciencias; sin embargo, las actitudes favorables decaen progresivamente a medida que se prolonga el contacto con ellas (Hadden y Jonhstone, 1983; Yager y Yager, 1985). La ciencia ficción (CF), hacia la cual los alumnos parecen tener una actitud favorable, puede contribuir a hacer las clases más atractivas; la resolución de los problemas planteados por la CF puede aumentar el deseo del alumno de aprender significativamente.

Desde el punto de vista científico existe una gran diversidad de obras de CF, desde las que poseen una gran base científica, que se encuadran dentro de la llamada CF "dura", hasta las que presentan una CF tan fantástica que han sido rechazadas por la comunidad científica.

De entre las posibilidades que nos ofrece la CF dura en el aula podemos señalar (Bacas et al., 1994):

* comprobación de los datos numéricos que aparecen en los relatos.

* análisis de las posibilidades reales de existencia de la situación fantástica que plantea el autor, teniendo en cuenta las leyes de la Ciencia.

* descubrimientos de los errores cometidos por el autor, o bien de los errores científicos de la época en que fue escrita la obra...

Las novelas de Julio Verne *De la Tierra a la Luna* y *Alrededor de la Luna* pueden encuadrarse dentro de este tipo de CF. Son dos de las más célebres novelas que el tiempo ha consagrado como auténticos clásicos de este género. En *De la Tierra a la Luna*, Verne narra las peripecias del Gun-Club para lanzar una bala de cañón a la Luna; la minuciosa descripción de los fundamentos científicos confieren plausibilidad técnica a la aventura, a la par que constituye una magnífica exposición de los mismos, de tal manera que podemos considerar a J. Verne como un divulgador de la Ciencia. En numerosas ocasiones, estas descripciones científicas van acompañadas de notas históricas.

Así, Verne aporta datos de la órbita de la Luna, de su geografía, la explicación de sus fases, el por qué vemos siempre la misma cara... y hace una exhaustiva relación histórica de autores que la han estudiado, desde Tales de Mileto hasta Beer y Moedler, pasando por Copérnico, Ticho Brahe, Herschel, etc. Más adelante, por



ejemplo, explica la reacción química de obtención del piróxilo, que es la nitrocelulosa empleada como explosivo para el lanzamiento de la bala...

El ofrecimiento de Michael Ardan a viajar a la Luna dentro del proyectil convierte lo que parecía ser un mero problema de balística en una auténtica odisea espacial: hay que proveerse de alimentos (que serán prensados para que ocupen menos espacio), hay que generar oxígeno y eliminar el dióxido de carbono exhalado (las soluciones consisten en utilizar la reac-

ción de descomposición del clorato de potasio y en una disolución de potasa).

Los detallados datos que aparecen, referidos a distintos aspectos acerca de la viabilidad del proyecto, pueden ser utilizados en el aula en forma de problemas, como por ejemplo:

La bala esférica que el Gun-Club quiere enviar a la Luna tiene las siguientes dimensiones: 180 pulgadas de diámetro y 12 pulgadas de espesor. Será fabricada en aluminio: *Este precioso metal tiene la blancura de la plata, la inalterabilidad del oro, la tenacidad del hierro, la fusibilidad del cobre y la ligereza del vidrio. Se trabaja fácilmente, es tres veces más ligero que el*

hierro... El peso de la bala será, según el autor, de 19.250 libras. Comprueba este dato.

En la novela de Julio Verne *De la Tierra a la Luna* se plantea la necesidad de generar oxígeno en el interior de la bala que va a ser lanzada a la Luna (con tres ocupantes y un perro). Se dice textualmente: *El clorato de potasa es una sal que se presenta bajo la forma de pajitas blancas. Cuando se eleva a una temperatura que pasa de 400°, se transforma en cloruro de potasio y el oxígeno que contiene se desprende enteramente. Dieciocho libras de clorato de potasa dan siete libras de oxígeno, es decir, la cantidad que necesitan*

gastar los viajeros en 24 horas... Escribe la reacción química y comprueba si los datos estequiométricos son ciertos.

Por otra parte podemos "criticar" algunos de los aspectos que se plantean:

A) De la descripción de las características del Columbiad (cañón de 300 m de longitud excavado verticalmente en el suelo) y de la velocidad con que el proyectil ha de salir por la boca del mismo (16 km/s), si consideramos el roce con la atmósfera), se puede estimar en unas "40000g" la aceleración del movimiento en el ánima del cañón, suponiendo un M.R.U.A. y despreciando la fricción del aire en el interior del Columbiad. Esta aceleración es imposible de resistir fisiológicamente, ya que el límite humano está en 25g durante 40 segundos (Pueyo, 1981). La aceleración de 40000g "los aplastaría en el acto. Nada más que el sombrero de copa de mister Barbicane pesaría en el momento del disparo más de 15 toneladas (el peso de un vagón de ferrocarril cargado). Este sombrerito sería más que suficiente para aplastar a su dueño" (Perelman, 1975). Verne era consciente de estas dificultades al proponer algunas medidas, de todo punto insuficientes, para amortiguar y absorber el impacto.

Un análisis de las fuerzas actuantes sobre los pasajeros y despreciando rozamientos, nos permite calcular que el Columbiad debería tener una longitud de ¡550 km!. El tiempo que los pasajeros estarían expuestos a la acción de esta aceleración sería de 68 segundos, superior, por tanto, al límite humano. Esta situación tan extrema nos puede servir, de nuevo, para plantear cuestiones y problemas a nuestros alumnos:

¿Qué longitud habrá de tener el Columbiad para que la aceleración de la bala no supere 25g, que es el límite que puede soportar un astronauta?.

¿Durante cuánto tiempo estará la bala en el ánima del cañón?.

B) Verne propone que la bala alcanzará su velocidad de lanzamiento empleando como explosivo el piróxilo, para el que da los detalles de su obtención a partir de la celulosa y del ácido nítrico, sin embargo, la velocidad de la bala no puede superar la velocidad de expansión de los gases, que no supera los 4-5 km/s. El sueño de Verne sólo sería posible utilizando dispositivos basados en el principio de acción y reacción, pero nos da la ocasión para estudiar los fundamentos que rigen los cohetes empleados en astronáutica.

C) El choque de la bala a 16 km/s contra la atmósfera generaría tal calor que se desintegraría. Parece ser que Verne menospreció este efecto, o bien, lo ignoró deliberadamente.

La bala ha sido disparada desde el Columbiad. Los gases generados en la explosión ha provocado un huracán y el cielo se ha cubierto de oscuras nubes. Durante varios días ha sido imposible seguir la pista de la bala con el gran telescopio instalado en las montañas rocosas. Cuando, al fin, pueden localizarlo, descubren que se ha convertido en un satélite artificial de la Luna.



Verne termina así *De la Tierra a la Luna* sin conocer la suerte de sus protagonistas. Es en *Alrededor de la Luna* donde se produce el desenlace de la aventura:

La bala disparada por el Columbiad ha despegado con éxito. Nuestros protagonistas, Barbicane, Nicholl y Ardan se recuperan de esta primera emoción. Satélite, uno de los perros que viajan a bordo, ha corrido peor suerte, y su cadáver, aun que arrojado al vacío, les acompañará durante todo el viaje. La primera duda que les surge es si se encuentran camino de la Luna, o por el contrario están parados.

¡Absurda duda para una nave en vuelo libre!, así como absurdo el efecto que describe Verne de disminución gradual del peso con la distancia a la Tierra, puesto que la situación a bordo de la bala es semejante a la de un ascensor en caída libre: sus pesos aparentemente son nulos, aunque no haya dejado de existir la gravedad terrestre, ya que todos los objetos se mueven con la misma aceleración que el proyectil y no presionan sobre las paredes del mismo. Asombrosamente, esta es la explicación que da Verne al hecho de que Satélite los acompañe a lo largo de todo el viaje en el exterior de la bala.

A los trece minutos de haber abandonado la Tierra, se encuentran con un pequeño asteroide que gira a 8140 km de altura en 3h 20 min, una segunda luna de la tierra, y que ha estado a punto de chocar con ellos. Estos datos que aparecen en el libro han sido propuestos por un astrónomo francés, un tal Petit; nos permite utilizar la tercera ley

de Kepler:

A partir del periodo de esa supuesta luna que ha estado a punto de chocar con la bala, 3h 20 min, ¿qué altura habría que esperar para ella?. Si aceptamos como válida la altura a la que gira, 8140 km. ¿cuál es su periodo?.

Como el viaje es largo, en ciertos momentos el genial Barbicane aprovecha para instruir, de forma amena, a Michel Ardan, alumno aventajado, y así, revisan los cálculos realizados por el observatorio de



Si consideramos una situación estática, es decir, la Tierra y la Luna en reposo, ¿dónde está situado el punto en donde se igualan las atracciones lunar y terrestre.

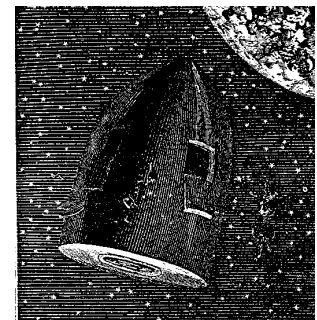
A partir del Principio de conservación de la energía mecánica, deduce la ecuación que plantea Verne para el cálculo de la velocidad de lanzamiento de la bala, suponiendo que ésta debe alcanzar el punto neutro con velocidad igual a cero, y despreciando el roce con la atmósfera.

La bala logra sobrepasar el punto neutro. En esta posición, los pasajeros celebran con gran humor la pérdida de peso, pero la bala no caerá sobre la Luna. La bala la rodeará describiendo una elipse cuyo aposelenio se confundirá con el punto neutro. Este es el efecto que ha producido su

encuentro con el asteroide.

Durante este viaje alrededor de la Luna, Verne aprovecha para divulgar la historia de la observación lunar: Galileo, su primer observador, Hevelio Dantzig, Ricciolo, Cassini, etc, citando el *Mappa selenographica*, elaborado por Beer y Moedler en 1830 y el mapa de Lecouturier y Chapuis, de 1860 (el libro se publica en 1870), que sirven para que Barbicane describa minuciosamente la superficie de la luna, con sus mares y sus cráteres, con las cimas más altas, etc. Además, Verne aprovecha para incluir las teorías sobre la Luna vigentes en su época.

Durante el recorrido de la bala por la cara oculta de la Luna, que está sumida en la más completa oscuridad, miden la temperatura del espacio exterior. La explosión de un bólido como una inmensa bengala, les permite contemplar la cara oculta durante unos segundos: parece que observan agua, nubes, bosques... Al atravesar el polo Sur de la Luna a la misma distancia a la que habían pasado por el Norte deducen que describen una elipse que los hace regresar al punto neutro. Llegados a este punto accionan los retrocohetes con la intención de caer sobre la luna, pero la bala sigue su camino a la Tierra y caen en alta mar impactando el bauprés de la corbeta Susquehanna. La búsqueda de la bala termina cuando la encuentran flotando en el mar (el principio de Arquímedes). Ya seguros, los tres protagonistas recorren el país recibiendo homenajes y aplausos allá por donde van.



Estas son sólo algunas de las numerosas posibilidades (Bacas et al., 1993) que ofrecen estos dos clásicos de la CF para su utilización en las clases de Física y Química. Además, podemos indicar algunos de los aspectos que contribuyen a la fama de visionario que se otorga a Verne: el emplazamiento del cañón en Florida. El observatorio en la cima de una montaña, la caída de la bala en el Pacífico, la necesidad de la cooperación internacional...

Cambridge para la velocidad de lanzamiento de la bala a partir de una ecuación, cuya deducción podemos proponer a nuestros alumnos a partir del principio de conservación de la energía mecánica. Con horror descubren que los astrónomos no han tenido en cuenta en sus cálculos el roce con la atmósfera y la disminución que ello supone en la velocidad de la bala. ¿Alcanzarán el punto neutro?.

De nuevo, la situación creada nos permite comprobar algunos datos, como el lugar en que Verne sitúa el punto neutro y proponer los ejercicios siguientes: