

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Rector: Dr. Guillermo R. Tamarit

Vicerrectora: Mg. Danya V. Tavela

Guardasellos: Ing. Luis J. Lima

Secretaria Académica: TP. Pilar Traverso

Secretaria de Investigación, Desarrollo y Transferencia: Dra. Carolina Cristina

Secretario de Extensión: Lic. Juan Pablo Itoiz

Secretario General: Cdora. Mariana Passarello

Secretaria Económico Financiera: Cdora. Mariela García

Secretaria de Cultura: Lic. Laura Durán

Secretario de Relaciones Institucionales: Cdor. Martín Palma

Directora Centro de Edición y Diseño: Mg. Ma. de las Mercedes Filpe

DIRECTOR DE LA REVISTA

Dr. Ángel L. Plastino

SUMARIO

#9 ARQUEOGEOFÍSICA EN “EL SHINCAL DE QUIMIVIL”, RASTREANDO HUELLAS INKAS EN ARGENTINA

ARQUEOGEOFÍSICA EN “EL SHINCAL
DE QUIMIVIL”, RASTREANDO HUELLAS INKAS
EN ARGENTINA

SANTIAGO PERDOMO, REINALDO A. MORALEJO, DIEGO GOBBO

EL DESAFÍO DE RENOVAR LA COOPERACIÓN
EN AMÉRICA DEL SUR

LUCIANA VANESA CLEMENTI, MARÍA ALEJANDRA ISE, SILVINA CECILIA
CARRIZO

UNSADA: INCLUSIÓN, CALIDAD E INNOVACIÓN

JERÓNIMO E. AINCHIL

LA LUNA DE VERNE

DANIEL D. CARPINTERO

Edita



CEDI Centro de Edición y Diseño. UNNOBA
Callao 289 3.º piso, CP.1022
Tel 54 11 53531520. Ciudad Autónoma
de Buenos Aires, Argentina

Diseño y diagramación

CEDI Centro de Edición y Diseño

Año 7 N.º 9

Marzo de 2022

Publicación semestral

ISSN 2408-4492

Queda hecho el depósito
que marca la ley 11723

Sede Junín

Libertad 555, CP.6000

Tel 54 236 4407750

Junín, Buenos Aires, Argentina

Sede Pergamino

Monteagudo 2772, CP.2700

Tel 54 2477 409500

Pergamino, Buenos Aires, Argentina

Se invita a potenciales colaboradores
a remitir sus trabajos al CEDI
(cedi@unnoba.edu.ar)

www.unnoba.edu.ar



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento -
NoComercial - SinObraderivada 4.0 Internacional.



CONSEJO EDITORIAL

Dr. Plastino, Ángel R.
UNNOBA

Dr. Tamarit, Guillermo R.
UNNOBA

Mg. Tavela, Danya V.
UNNOBA

Dra. Cristina, Carolina
UNNOBA

Mg. Filpe, Ma. de las Mercedes
UNNOBA

ARBITRAJE

La nuestra es una revista de divulgación que publica artículos originales, en el sentido de que no han aparecido antes en ningún otro medio.

Por ser una revista de divulgación, nuestra principal preocupación es que sus artículos sean accesibles a un público con formación universitaria. No juzgamos tanto el contenido como su accesibilidad.

Todos los artículos son arbitrados por el Consejo Editorial. La mayoría de ellos son el resultado de invitaciones especiales a reconocidos expertos en la áreas abordadas. Se aceptan también presentaciones espontáneas que se someten a riguroso escrutinio que aquí sí se centra en el contenido.

OBJETIVOS Y METAS

Existe gran retraso en el desarrollo de la divulgación de la ciencia y del pensamiento académico en general, en relación con los vertiginosos avances que se han registrado en estos últimos años. Esto ocasiona un pernicioso desfase entre la sociedad y sus científicos y académicos. Por ello resulta muy importante intentar llevar variados aspectos de la concomitante actividad al público, en formato accesible.

Esto constituye a la vez un desafío y una necesidad social. Para satisfacerla, *NÚCLEOS* propone que los propios científicos y académicos traten de ayudar a los ciudadanos a valorar su trabajo. *NÚCLEOS* pretende que nuestros autores-creadores acerquen a sus lectores una visión actualizada de recientes desarrollos, en particular aquellos que se originan en el país. Nos interesa ayudar a apreciar la relevancia del pensamiento creativo, acercándolo en forma directa desde y por sus protagonistas.

Fantásticas innovaciones y grandes sorpresas nos brindan hoy las ciencias y otras disciplinas académicas, con enormes consecuencias tecnológicas y humanas. Beneficia el desarrollo cultural de un pueblo que cierto tipo de investigaciones, hallazgos, descubrimientos y experimentos puedan ser transmitidos al público. Este forma parte de la sociedad de la Información pero, en general, conoce muy poco sobre ciencia y tecnología, a pesar de que estas estén cambiando al mundo, transformando de modo radical la vida cotidiana. *NÚCLEOS* intenta, de forma modesta pero esperamos que eficaz, que se acerquen al público elementos esenciales del desarrollo actual del conocimiento.

EDITORIAL

Estimados lectores:

Con mucho placer les acercamos el N°9 de nuestra revista. En esta oportunidad, contiene cuatro artículos de variada temática que esperamos conciten el interés que a mi juicio merecen. Cada uno en su ámbito, proporciona elementos interesantes y novedosos, que dejarán huella.

El primero, de Santiago Perdomo, Reynaldo A. Moralejo y Diego Gobbo, es un fascinante enfoque multidisciplinario en el que confluyen arqueología y geofísica. Las dos disciplinas se desarrollan, en La Plata, respectivamente en las Facultades de Ciencias Naturales y Astronomía. En el trabajo se buscan registros de la presencia del gran Imperio Inca en Argentina. Esta presencia ha tenido mucha influencia, que no ha cesado pese al tiempo transcurrido.

Luciana V. Clemente, M. Alejandra Ise y Silvina C. Carrizo firman el segundo trabajo de este número, centrado en la cuestión energética y la disyuntiva abastecimiento versus calentamiento global. Se busca un modelo energético más limpio y sostenible y se enfatiza el posible aprovechamiento en América del Sur de la gran diversidad de recursos no convencionales existentes en su territorio. La cooperación regionales indispensable. El trabajo indaga las barreras y oportunidades existentes en torno al desarrollo de las energías renovables no convencionales para la cooperación en el ámbito sudamericano.

Jerónimo Ainchil, rector fundador de la Universidad Nacional de San Antonio de Areco, de reciente creación, desarrolla ampliamente en el tercer artículo los desafíos y problemas que confrontan a una novel casa de altos estudios en el siglo XXI. Sus planteos son de sumo interés para cualquier universitario, más aún en la peculiar situación que vive hoy América Latina.

En último lugar, Daniel Carpintero nos habla de la célebre novela *De la Tierra a la Luna*, de Jules Verne, publicada en el siglo XIX. Versa el relato sobre un entonces fantasioso viaje a la Luna desde la península de Florida. Ha sido leída y disfrutada por millones de lectores. El presente artículo analiza cuidadosamente la maravillosa novela desde una mirada científica contemporánea, revelando curiosos y sorprendentes detalles. Este trabajo sin duda incitará al lector a visitar la obra de Verne y volver a gozar de ella aún más que antes.

En suma, los artículos que tiene el lector a la vista son variados y relevantes. Confiamos les resulten placenteros.

Dr. Ángel Luis Plastino
Director revista *NÚCLEOS*

LA LUNA DE VERNE

RESUMEN. La novela *De la Tierra a la Luna*, de Jules Verne, desde su primera edición, en 1865, ha impactado a sus lectores de tal manera que convirtió el hasta entonces fantástico viaje a la Luna en una posibilidad real. En este artículo, analizamos algunos de los pasajes de la novela con el objeto de mostrar no solo detalles astronómicos interesantes, sino también para evidenciar el vasto conocimiento que tenía Verne de los adelantos de su época.

PALABRAS CLAVES.
CIENCIA FICCIÓN,
JULES VERNE

ABSTRACT. Jules Verne's novel *From the Earth to the Moon* has impressed its readers since its first edition, in 1865, turning what until then was a fanciful trip to the Moon into a real possibility. In this article, we analyze some passages of the novel in order to not only show interesting astronomical details but to demonstrate Verne's vast knowledge of the advancements of his time.

KEYWORDS. SCIENCE
FICTION, JULES VERNE

DANIEL DIEGO CARPINTERO. DOCTOR EN ASTRONOMÍA POR LA UNLP. PROFESOR TITULAR DE LA CÁTEDRA DINÁMICA ESTELAR, DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ASTRONÓMICAS Y GEOFÍSICAS DE LA UNLP Y PROFESOR DE RELATIVIDAD ESPECIAL, DE LA MISMA FACULTAD. INVESTIGADOR CIENTÍFICO DEL CONICET. INVESTIGADOR INVITADO DEL INSTITUTO DE ASTRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. HA PUBLICADO MÁS DE 50 ARTÍCULOS EN REVISTAS INTERNACIONALES CIENTÍFICAS ESPECIALIZADAS. HA DICTADO MÁS DE 50 CHARLAS DE DIVULGACIÓN EN TEMAS ASTRONÓMICOS. ES MIEMBRO DEL INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE LA PLATA, DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA DE ASTRONOMÍA Y DE LA UNIÓN ASTRONÓMICA INTERNACIONAL. ES FAN DE LA CIENCIA FICCIÓN Y DE LOS BEATLES.

Probablemente no sea necesario presentar a Jules Verne, o Julio, como lo podríamos llamar entre amigos. Y menos todavía será necesario mencionar que es el autor de la increíble novela *De la Tierra a la Luna*, un relato de anticipación que seguramente muchos de los lectores hayan disfrutado en su adolescencia o en su juventud. Nuestro objetivo será repasar esta deliciosa obra, centrándonos en algunos detalles que tienen que ver con la ciencia en general y la astronomía en particular, no solo para hacer comparaciones con la actualidad, sino para verificar que Verne sabía de lo que estaba escribiendo; en otras palabras, que sin ser científico estaba informado de los últimos adelantos de su tiempo. Y, por supuesto, veremos cómo aprovecha este conocimiento para darle verosimilitud y sabor a su relato. Pero basta de introducción. Vayamos al grano.

DON JULIO: CORREDOR DE BOLSA Y ESCRITOR

Para dar un contexto a la novela, hagamos una brevísimas descripción biográfica del autor. Jules Gabriel Verne (Fig. 1) nació en 1828 en Nantes, Francia, por lo que toda su vida transcurrió en lo que hoy llamamos romanticismo como etapa artística. A los 19 años ya había manifestado su pasión por la literatura y había bosquejado el comienzo de dos novelas. Pero su padre abogado lo envió a París a estudiar abogacía, lo cual hizo sin chistar pero también sin ganas. Al segundo año de carrera ya lo encontramos alternando sus estudios con frecuentes visitas a los salones literarios parisinos, en los que conoció, entre otras personas, a Alexander Dumas, y se hizo muy amigo de Alexander Dumas hijo.

Finalmente, Verne se recibió de abogado a los 23 años. Sin embargo, y pese a la presión de su papá, se rehusó a ganarse la vida dedicándose a las leyes. A través de los contactos que había hecho en París,



Figura 1. Retrato de Jules Verne

conoció al director del Teatro Lírico, quien le ofreció ser secretario del teatro. Verne aceptó de inmediato, aunque el salario era bastante magro.

Durante los siguientes años, nuestro joven Julio pasó mucho tiempo en la Biblioteca Nacional de Francia, alimentando sus otras dos pasiones: los descubrimientos científicos y la geografía. Huelga decir que también se instruyó en física y matemáticas como consecuencia del entusiasmo que ponía en tratar de entender lo que leía. A los 28, se enamoró de Honorine Anne Hébé Morel, una viuda de 26 años, que tenía dos hijos. Como Julio no contaba con el dinero para pedir su mano, aceptó trabajar como corredor de bolsa, lo que le dio la posibilidad de casarse, finalmente, a los 29. Como el lector se imaginará, este cambio de vida no lo hizo apartarse un ápice de su pasión literaria: se levantaba más temprano de lo que exigía su trabajo para poder escribir y, en todo tiempo libre, seguía frecuentando la biblioteca y tomando apuntes sobre ciencia.

En 1862, a los 34 años, don Julio conoció a quien sería su editor: Pierre-Jules Hetzel, editor de figuras como Honoré de Balzac, George Sand y Victor Hugo, entre otras. Este encuentro pareciera haber sido diseñado por una mano maestra: hacía tiempo que Hetzel tenía en mente publicar obras en las que el entretenimiento de ficción estuviera combinado con la educación científica... ¡y se topa nada menos que con Verne, que tenía exactamente esa aspiración! Nuestro amigo le presentó una novela que había estado escribiendo, *Cinco semanas en globo*. Hetzel la publicó inmediatamente y se convirtió en un éxito de ventas. El editor vislumbró, entonces, que con su nuevo escritor podía iniciarse una serie de novelas bajo el título *Viajes extraordinarios*, y le ofreció un contrato, que Verne aceptó enseguida. De esta manera, dejó la bolsa de comercio y, a partir de ese momento, pudo dedicarse a escribir a tiempo completo.

DON JULIO: SUS VIAJES EXTRAORDINARIOS

Naturalmente, no podemos incluir aquí una reseña de las 62 novelas que Verne escribió para la serie *Viajes extraordinarios*. Solo vamos a destacar un par de puntos interesantes.

Su tercera novela, *París en el siglo XX*, fue escrita en 1863 y es particularmente interesante por dos motivos. El primero tiene que ver con su contenido. Don Julio sitúa la novela en París en 1960, a un siglo en su futuro, describiendo de una forma fascinante los adelantos de la época y la estructura de la sociedad mundial. Es realmente impresionante cómo vislumbra la tecnología del futuro: habla de autos movidos a gas (recordemos que la primera patente mundial de un automóvil de combustión interna se había presentado en 1860, apenas tres años antes, en Francia) y de caminos asfaltados para la circulación, de rascacielos y sus ascensores, de ciudades enteras iluminadas de noche por luz eléctrica, de una red de calculadoras que se envían mensajes entre sí (¿alguna similitud con internet?), de energía eólica, de trenes elevados movidos por imanes (¡los actuales trenes de alta velocidad!), de armas controladas en forma remota, de música hecha con sintetizadores..., en fin, se describe un sinnúmero de avances que son pura ficción para 1863, pero que hoy son moneda corriente en nuestro mundo. El segundo punto a destacar tiene que ver con su publicación. Al leer el manuscrito, Hetzel lo rechazó de plano por lo pesimista de su argumento y por lo depresivo de su final (el personaje principal entra en un estado de locura y se deja morir); le aconsejó a Verne que lo guardara 20 años y recién ahí se vería si había público dispuesto a leer ese tipo de novela. Así que el manuscrito fue guardado en la caja fuerte de la casa de don Julio, donde permaneció hasta... ¡1989!, cuando uno de los bisnietos de Verne lo descubrió, y finalmente se publicó en 1994.

Entre las novelas de la serie hay muchas que son muy famosas, algunas de ellas adaptadas incluso para el cine, el teatro y otros medios. Mencionemos, como ejemplos, *Veinte mil leguas de viaje submarino* y su famoso Capitán Nemo, *Los hijos del Capitán Grant*, *Viaje al centro de la Tierra*, *Michel Strogoff*, *Tribulaciones de un chino en China*, *La vuelta al mundo en ochenta días* y, por supuesto, la novela que nos convoca aquí, *De la Tierra a la Luna*, publicada en 1865, cuando Verne tenía 37 años. Podemos concluir este apretadísimo resumen mencionando que su última novela, publicada en forma póstuma por su hijo Michel, se llama *El faro del fin del mundo* y se sitúa en Argentina, en el faro de la Isla de los Estados. Se trata de unos piratas



Figura 2. Portada de la edición Hetzel de la novela. El título completo es *De la Tierra a la Luna. Trayecto directo en 97 horas 20 minutos.*



Figura 3. Impey Barbicane, presidente del Club del Cañón. (Ilustración de la edición de Hetzel).



Figura 4. Haciendo cuentas para llevar adelante el proyecto. (Ilustración de la edición de Hetzel).

que asesinan a dos de los tres guardias que hay en el faro; el valiente Capitán Vázquez, el sobreviviente, ayudado por un náufrago estadounidense, logra mantener a raya a los piratas hasta la llegada del *Santa Fe*, el barco que trae el cambio de guardia.

DE LA TIERRA A LA LUNA: ARGUMENTO Y SECUELA

Para aquellos que no han tenido aún la fortuna de haber leído la novela (Fig. 2), y para aquellos que sí lo han hecho pero no recuerdan sus pormenores, daremos aquí un sucinto resumen de su argumento.

La historia se sitúa en Estados Unidos, en los años posteriores a la Guerra de Secesión, o sea que el argumento es contemporáneo al momento en que Verne estaba escribiendo la novela. El autor inventa El Club del Cañón, una agrupación de artilleros retirados que se reúnen periódicamente para, entre otras cosas, recordar sus hazañas de guerra. Pero claro, después de cierto tiempo ya no hay nada más para contar, las anécdotas son siempre las mismas, y la situación se torna muy aburrida. El presidente del Club es un tal Barbicane (Fig. 3), ideado por Verne a imagen de Lincoln, el presidente de EE. UU. que había sido asesinado un par de años antes de la escritura de la novela. Barbicane propone al Club una insólita idea: “¿Por qué no construir un cañón lo suficientemente potente como para enviar una bala a la Luna? Esto sacaría al Club de su letargo, tendríamos muchas cosas para hacer y diseñar, y pondría al Club en una posición de prestigio mundial”. Después de un primer momento de asombro, los miembros del Club se entusiasman con la idea y deciden llevarla a cabo.

Comienza entonces la etapa de diseñar y de hacer cuentas (Fig. 4). Se hacen consultas astronómicas al observatorio de Cambridge y se confían los cálculos necesarios al ingeniero artillero Maston. También, por supuesto, está presente el problema de reunir el dinero suficiente para llevar a buen fin la empresa, para lo cual, durante el anuncio público del proyecto, invitan a la gente a realizar donaciones, que empiezan a llegar de todas partes del mundo.

Superada esta fase de preparativos, el Club se dedica a desarrollar los detalles específicos: cómo tiene que ser la bala (que será hueca para poder enviar regalos a los eventuales selenitas), qué tipo de pólvora habría que usar, cómo tiene que construirse el cañón, dónde debe instalarse, cómo y cuándo habrá que dispararlo para que la bala llegue a la Luna, cómo se verificará que la bala llega a destino, etc. Resueltos todos estos problemas, se ponen manos a la obra... y al llegar a la mitad de la novela todo está listo, y solo hay que esperar dos meses para que llegue el momento oportuno planificado para disparar la bala (Fig. 5).

Al llegar a este punto, seguramente muchos lectores habrán dejado por un momento la lectura, habrán mirado con extrañeza el lomo del libro verificando que todavía falta leer la mitad, y se habrán preguntado: “¿qué podrá contarme don Julio en lo que resta, si solo falta disparar la bala para que la historia termine?”. Aquí, por supuesto, es donde aparece el genio literario de los grandes escritores. Verne nos sorprende a mitad de su novela con la aparición de un telegrama enviado al Club del Cañón por un francés, Michel Ardan (Fig. 6), que dice: “Espérenme que estoy llegando. Quiero ir adentro de la bala”. ¡Detalle que cambia por completo el rumbo de la historia!

Ardan llega a Estados Unidos y es inmediatamente interpelado tanto por los miembros del Club como por otra gente que se había reunido ante la gran noticia de que alguien quería ir hasta la Luna. Las críticas se suceden una tras otra: que no va a tener aire ni comida suficiente, que cuando la bala se estrelle contra la superficie lunar se va a matar por el golpe, que cuando llegue estará solo porque no existen los selenitas y morirá porque no hay aire en la Luna... Sin embargo, Ardan no solo se las ingenia para responder satisfactoriamente cada una de las críticas que se le hacen, sino que deja en claro que cualquiera que sea el riesgo él va a ir igual, y que, además, no tiene intenciones de regresar. Típico aventurero romántico...

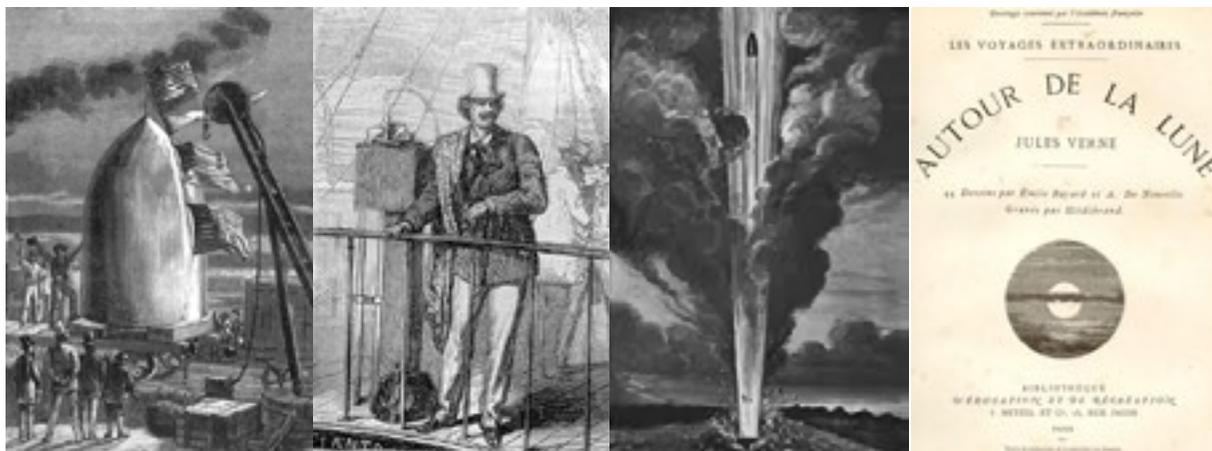


Figura 5. Últimos preparativos para el disparo. (Ilustración de la edición de Hetzel).

Figura 6. Michel Ardan llegando a EE. UU. en el vapor Atlanta. (Ilustración de la edición de Hetzel).

Figura 7. El cañón es disparado y los viajeros inician su periplo. (Ilustración de la edición de Hetzel).

Figura 8. Portada de *Alrededor de la Luna*, edición Hetzel.

El mayor crítico de Ardan en la asamblea es el capitán Nicholl, fabricante de corazas y fiero enemigo de Barbicane. Este personaje termina retándose a duelo con Barbicane por un comentario tomado como insulto. Pero en la mañana del duelo interviene Ardan, quien los convence de que lo acompañen en el viaje. Así, se arma una tripulación de tres (más dos perros que también serán de la partida). Finalmente, luego de acondicionar el interior de la bala para recibir a los tres viajeros, se produce el disparo (Fig. 7).

El final de la novela no es del todo feliz: la historia que sigue es contada desde el punto de vista de los que quedaron en tierra, quienes luego de varios días nublados que impidieron ver, con el telescopio, dónde estaba la bala, finalmente la observan, orbitando —eternamente— la Luna. La empresa fue un triunfo a medias...

La novela tuvo un éxito de ventas instantáneo, tanto que, en 1869, cuatro años más tarde, y a pedido de sus lectores y por supuesto de su editor, Verne publicaría *Alrededor de la Luna*, la secuela (Fig. 8). En esta nueva novela se relata el viaje desde el punto de vista de los viajeros, y cómo resolvieron el problema de haberse quedado en órbita alrededor de la Luna. Esta segunda parte contiene también muchas cuestiones astronómicas dignas de ser comentadas, aunque en este artículo nos limitaremos a *De la Tierra a la Luna*. Pero basta de prolegómenos y vayamos al objetivo de este artículo.

LA VELOCIDAD DE LA ELECTRICIDAD

Cuando Barbicane anuncia a los Estados Unidos que el Club del Cañón está planeando lanzar una bala a la Luna, lo hace a través del telégrafo (Fig. 9). El telégrafo había sido desarrollado en forma práctica en la década de 1830, unos treinta años antes de que se escribiera la novela. Rápidamente se había convertido en uno de los grandes inventos de la humanidad, al permitir, por primera vez, la comunicación inmediata a grandes distancias. En este punto, la novela dice:

Esa misma noche, a medida que escapaban de sus labios, las palabras del orador iban a la carrera por los hilos del telégrafo a través de los Estados de la Unión, a una velocidad de doscientas cuarenta y ocho mil cuatrocientas cuarenta y siete millas por segundo...

¡Uf, qué velocidad! ¿Cuánto será en km/s? La milla, en EE. UU., sufrió algunas modificaciones menores en su definición desde la época de Verne hasta hoy, aunque siempre se mantuvo en un valor aproximado de 1609 metros. Si hacemos la conversión, tenemos que la electricidad en el telégrafo estaba viajando a... ¡400 000 km/s! Esto es más rápido que la velocidad de la luz, así que merece algún comentario. En primer lugar, debemos aclarar que en 1865, cuando se escribía la novela, a nadie le habría sorprendido que algo viajara a velocidad superlumínica, ya que la imposibilidad de tal rapidez fue establecida varias décadas después. Así que el problema no está allí. El problema de esta cifra es que en 1862 el físico francés Foucault había medido por primera vez en la historia la velocidad de la luz con cierta precisión, y había obtenido un valor muy cercano al actual: 298 000 km/s. Dada la avidez de Verne de leer y anotar en sus libretas todo

descubrimiento científico de la época, es difícil creer que no tuviera conocimiento de esta cifra. Y, aunque en 1865 no se sabía muy bien a qué velocidad corría la electricidad en un cable, sí se sabía que era una velocidad algo menor que la de la luz. En definitiva, no hay manera de justificar esos 400 000 km/s. Una posible explicación podría ser un error en la traducción, lo cual se descarta fácilmente al verificar que en el original francés aparece la misma cifra. Nos queda pensar que quien hacía los cálculos para Verne (su primo) simplemente calculó las estadounidenses millas por segundo partiendo inadvertidamente de 400 000 franceses kilómetros por segundo en lugar de 300 000.



Figura 9. Tecla de telégrafo perteneciente a la primera línea telegráfica entre Baltimore y Washington. Fuente: Museo de Historia de Estados Unidos.

LA COSMOLOGÍA EN EL SIGLO XIX

Verne normalmente introduce en sus novelas algún capítulo de “descanso”; el argumento de sus relatos suele ir a toda velocidad, y en cierto momento sumerge al lector en un remanso que suele aprovechar para ilustrar sobre algún punto científico. En nuestro caso, el capítulo se llama “La novela de la Luna”, y allí Verne nos sorprende describiendo el nacimiento del Universo con el siguiente párrafo:

Un observador dotado de una vista infinitamente penetrante, y ubicado en el centro desconocido en torno al cual gravita el mundo, hubiera visto las miríadas de átomos que llenaban el espacio en la época de caos del universo. Pero, poco a poco, con el paso de los siglos, se fue produciendo un cambio: los átomos errantes, obedeciendo como hasta hoy a una ley de atracción, se combinaron químicamente según sus afinidades, se hicieron moléculas y formaron cúmulos nebulares dispersos en las profundidades del cielo. (...) Mirando atentamente, el observador hubiera visto entonces las moléculas (...) condensarse (...) bajo la forma de innumerables estrellas. La nebulosa quedaba así formada; hoy, los astrónomos dan cuenta de aproximadamente cinco mil.

Este texto es admirable: cuando aún ni siquiera había nacido la astrofísica, Verne hace una descripción esencialmente correcta de la formación de estrellas y galaxias. En un párrafo, don Julio nos describe la cosmología del siglo XIX. Un maestro.

A propósito, notemos que no se habla de galaxias sino de “nebulosas”, el término usado hasta bien entrado el siglo XX para indicar todo objeto del cielo que no fuera un punto de luz (con excepción, natu-

ralmente, de los planetas, la Luna y el Sol). En 1865 no se tenía en claro qué eran estas nebulosas; hoy en día sabemos que pueden ser distintas clases de objetos celestes: nebulosas planetarias (capas de material expulsado por una estrella gigante roja, Fig. 10), explosiones de supernova (capas de material expulsado por la explosión final de una estrella de gran masa, Fig. 11), nubes de gas incandescente (Fig. 12), o también galaxias (enormes agrupaciones de estrellas cuya luz conjunta se veía como una nebulosidad dada la gran distancia a la que están, Fig. 13).

Otro detalle que podemos destacar es la frase “los astrónomos dan cuenta de aproximadamente cinco mil”. Hoy, mirando una fotografía de campo profundo, del telescopio espacial Hubble, que abarca apenas trece millonésimos de la superficie total del cielo (Fig. 14), podemos observar más de diez mil “nebulosas”. En total, se calcula que hay entre 10^{12} y 10^{13} galaxias en el Universo conocido. Esto da una idea de lo que ha avanzado la astronomía en el siglo y medio transcurrido desde Verne hasta hoy...



Figura 10. Nebulosa de la Hélice (NGC 7293). Fuente: NASA, ESA y C. R. O'Dell (Vanderbilt University).

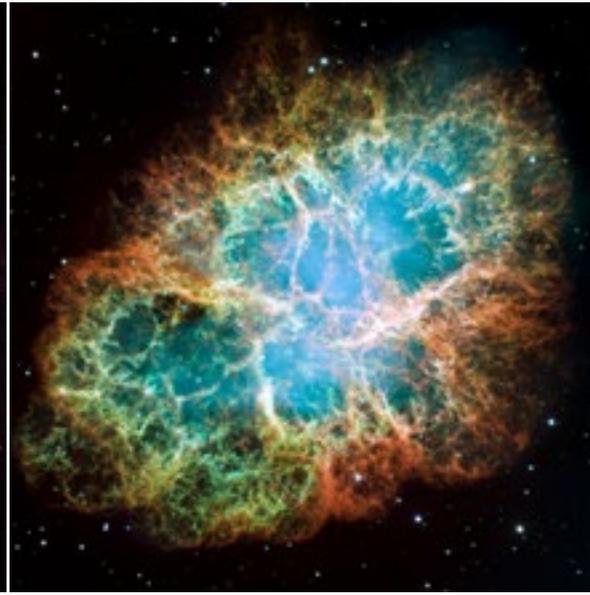


Figura 11. Nebulosa del Cangrejo (NGC 1952). Fuente: NASA, ESA, J. Hester y A. Loll (Arizona State University).



Figura 12. Nebulosa Cabeza de Caballo (IC 434). Foto de John Chumack.



Figura 13. Galaxia de Andrómeda (NGC 224). Fuente: NASA/JPL-Caltech.



Figura 14. Campo Hubble ultraprofundo. Fuente: NASA, ESA, S. Beckwith (STScI) y The HUDF Team.

LOS PLANETAS DEL SISTEMA SOLAR

Cuando la novela comienza a describir la Luna y su relación con otros objetos del sistema solar, nos encontramos con otra curiosidad. Leemos lo siguiente: “Alrededor del Sol gravitan ocho planetas (...). Yendo del más cercano al más lejano, estos astros son Mercurio, Venus, la Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno”.

Naturalmente, en la lista falta Plutón (Fig. 15), el noveno planeta, descubierto recién en 1930. La curiosidad, sin embargo, es que en 2006 Plutón dejó de ser considerado un planeta, pasando a ser otra clase de objeto, llamado “planeta enano”, una especie de intermedio entre planeta y asteroide. Es así que la novela, después de varias décadas de haber estado desactualizada, ¡vuelve a describir los planetas del sistema solar en forma correcta! Este sí que fue un golpe de suerte para don Julio.



Figura 15. Plutón. Fotografía tomada desde la sonda New Horizons, el 14 de julio de 2015, a una distancia de 35 445 km. Fuente: NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Southwest Research Institute/Alex Parker.

LA VELOCIDAD DE LA BALA

Entrados ya en la etapa en la que se discuten los detalles técnicos del proyecto del Club del Cañón, llega el capítulo titulado “El himno a la bala”. En él se preguntan los artilleros si la bala podrá llegar hasta la Luna. Lo consultan naturalmente al ingeniero Maston (Fig. 16), encargado de hacer todos los cálculos, quien responde:

—¿Quieren ustedes cifras? —retomó—, ¡las hay, y muy elocuentes! Tomen simplemente la modesta bala de veinticuatro libras. Aunque corre ochocientas mil veces menos velozmente que la electricidad, seiscientas cuarenta veces menos velozmente que la luz...

¡Uf! Aquí uno se ve impelido a detener la lectura y repasar lo que se acaba de leer. ¿La bala es 800 000 veces más lenta que la electricidad, pero solo 640 veces más lenta que la luz? Aquí hay algo que evidentemente no cierra. Una frase más adelante Maston afirma que la bala viaja a una velocidad de 14 millas por minuto (unos 0,375 kilómetros por segundo), lo cual nos permite calcular las velocidades a las cuales viajarían la electricidad y la luz:

electricidad: $0,375 \times 800\ 000 = 300\ 000\ \text{km/s}$,

luz: $0,375 \times 640 = 240\ \text{km/s}$.

Aquí surgen inmediatamente dos comentarios: 1) La velocidad que se obtiene para la electricidad es igual a la velocidad de la luz medida por Foucault unos pocos años antes. Esto confirmaría que Verne conocía esta cifra, y daría sustento a la hipótesis que adelantamos más arriba, acerca de que simplemente su primo calculista tomó erróneamente 400 000 en lugar de 300 000 cuando hizo las cuentas de la velocidad de la electricidad en el telégrafo. 2) El segundo punto es más oscuro. En primer lugar, es claro que nadie podía considerar en 1865 que la velocidad de la luz fuera de 240 km/s, por lo que sin dudas se trata de un error. Como mínimo, el texto original debería decir “seiscientos cuarenta *mil* veces menos”, con lo cual la velocidad de la luz resultante daría 240 000 km/s, un valor más cercano a la realidad. Inspeccionando el original francés, este “mil” tampoco aparece, por lo cual podría conjeturarse que el tipógrafo, abrumado con tanto número escrito con letras, haya omitido inadvertidamente la palabra *mille* al componer esta hoja de la novela. No creemos que ningún editor posterior haya hecho cuentas para verificar si esta o alguna otra cifra de la novela son correctas, así que, si se trata de un error de tipografía, no sería extraño que haya sobrevivido de edición en edición. Aun así, si Verne sabía que la velocidad de la luz era de 300 000 km/s, no queda claro por qué aparece 240 000 km/s en su novela, un valor que tampoco coincide con ninguna de las mediciones previas a la de Foucault. Esto nos quedará como misterio, o como material para alguien interesado en la historia de la ciencia.



Figura 16. J. T. Maston, ingeniero de artillería. (Ilustración de la edición de Hetzel).

OBSERVANDO LA BALA

Un problema que indudablemente debía resolver el Club del Cañón era el de cómo observar si la bala llegaba efectivamente a la Luna. De otro modo, solo podrían declamar “le disparamos una bala a la Luna”, y la empresa perdería todo su encanto. Ya habían calculado que, con los mayores telescopios de la época, no iba a ser posible observarla. Barbicane afirma que el problema es que, aunque la Luna no es más que un espejo reflector, no envía una luz suficientemente intensa como para observar la bala. Y entonces se desarrolla el siguiente diálogo entre los miembros del Club:

—¡Y bien! ¿Qué hacer entonces? (...) ¿Se hará más luminosa la Luna?

—Exactamente.

—¡Qué grande! —exclamó J. T. Maston.

—Sí, muy simple —respondió Barbicane—. En efecto, si logro disminuir el espesor de la atmósfera que debe atravesar la luz de la Luna, ¿no habré logrado hacer esa luz más intensa?

—Evidentemente.

—¡Bien! Para obtener este resultado, me bastará con establecer un telescopio sobre cualquier montaña elevada. Y es lo que haremos.

Otra vez nos encontramos con un párrafo que merece más de un comentario. Comencemos por anotarle otro punto a Verne cuando le hace decir a Barbicane que la Luna es un espejo reflector, lo cual es cierto, ya que su luz es simplemente la del Sol reflejada hacia la Tierra. Pero luego hay una sutileza

que muestra lo que sabía nuestro autor: dice que, si se disminuye el espesor de la atmósfera, aumenta la intensidad de la luz. O sea que Verne entendía perfectamente el fenómeno de la dispersión de la luz, que hace que esta se vaya atenuando a medida que atraviesa más y más capas de aire. Y, como frutilla del postre, establece como solución colocar un telescopio en una montaña. ¡Lo que se hace hoy en día al instalar grandes telescopios! (Fig. 17). Notemos que en 1865 no estaba clara la conveniencia de colocar telescopios en la alta montaña; como prueba, recordemos que los telescopios del Observatorio de La Plata fueron instalados en la década de 1880... a nivel del mar. La elección de las montañas se hace en la actualidad por el mismo motivo que tuvo Barbicane: evitar la dispersión provocada por el aire atmosférico, que produce no solo una disminución del flujo luminoso sino también el centelleo o titilar de las estrellas que arruina la nitidez de sus imágenes.



Figura 17. Complejo Astronómico El Leoncito, San Juan. Fuente: Gobierno de San Juan.

LA BALA Y LAS RAÍCES CÚBICAS

Una vez resuelto el problema del telescopio, los miembros del Club discuten cómo debe ser la bala. Se decide rápidamente que será un obús, es decir, una bala hueca, a fin de ahorrar peso y, al mismo tiempo, de poder colocar dentro regalos terrestres para los eventuales selenitas que recibieran el proyectil. Pero al ser hueca, ¿tendrá paredes de espesor suficiente como para resistir el cañonazo? Preguntémosle a nuestro experto Maston:

— (...) Ahí está el problema: ¿qué espesor debe tener un obús de hierro fundido para no pesar más que veinte mil libras? Nuestro hábil calculista, el buen Maston, nos lo va a explicar.

—Nada es más fácil —replicó el honorable secretario del comité.

Y diciendo esto, trazó algunas fórmulas algebraicas sobre el papel; aparecieron allí numerosos “pi” y “x” elevados a la segunda potencia. Hizo el gesto de extraer, en el aire, una raíz cúbica, y dijo:

—Las paredes tendrán apenas dos pulgadas de espesor.

Al leer este fragmento, uno no puede evitar sonreír preguntándose: ¿cómo será el gesto de extraer una raíz cúbica...?

Más allá de la broma de Verne, este fragmento nos permite verificar (una vez más) que sabía de lo que estaba hablando. En efecto, partiendo de los datos que tenían nuestros artilleros (peso específico del hierro δ , peso del obús p y su diámetro exterior D), la fórmula para obtener el diámetro interior d (y con él el espesor de la pared) es la siguiente:

$$d = \sqrt[3]{D^3 - \frac{3p}{4\pi\delta}}$$

Es decir, efectivamente hay que extraer una raíz cúbica. ¡Vaya escritor de novelas que tenemos!

¡ALUMINIO!

Al verificar Maston que las paredes del obús de hierro no podrían tener más que dos pulgadas de espesor, a fin de no superar el peso máximo de veinte mil libras necesario para que la bala alcanzara la Luna, nuestros amigos se ven en apuros. Efectivamente, esas delgadas paredes no soportarían el disparo. Así que la discusión vira hacia el material con que habría que fabricar la bala.

—¡Bien! Entonces, ¿qué hacer? —retomó Elphiston con aire de hallarse en un aprieto.

—Emplear otro metal que no sea de fundición.

—¿Cobre? —preguntó Morgan.

—No, es demasiado pesado; tengo algo mejor que eso para proponer.

—¿Qué es? —dijo el mayor.

—Aluminio —respondió Barbicane.

—¿Aluminio?! —exclamaron los tres colegas del presidente.

Y el asombro que expresan los compañeros de Barbicane se traslada inmediatamente a nosotros, aunque nuestro asombro por supuesto no es por el aluminio, ¡sino por el asombro que muestran por el aluminio! Para poner el diálogo en contexto, mencionemos que en 1865 el aluminio era algo verdaderamente novedoso. Recién se había podido extraer de la bauxita en 1854, diez años antes de escribir la novela. Además, el proceso de extracción era tan costoso en términos energéticos que en ese momento se lo consideró un metal precioso, mucho más valioso que el oro. Valga como ejemplo que, en la Exposición Universal de París de 1855, fue exhibida una barra de aluminio al lado de las joyas de la corona británica. Lo que queda claro es que don Julio estaba al tanto de la existencia y las propiedades de este raro y novedoso metal. Recién a fines del siglo XIX los nuevos procesos de extracción hicieron accesible el aluminio, que, con sus propiedades de reciclado, se ha convertido en un elemento cotidiano: papel de aluminio, perfiles, cables, bandejas, latas, llantas, etc.

UN LUGAR PARA EL CAÑÓN

El plan para el disparo de la bala era el siguiente: el cañón se enterraría verticalmente, por lo cual el lanzamiento de la bala sería en dirección vertical. Para tener éxito, la Luna debería pasar entonces por el cenit del cañón; la bala se dispararía antes, y mientras fuera recorriendo la distancia hasta la Luna, esta iría acercándose al cenit, registrándose finalmente el impacto. Así que el emplazamiento del cañón debía ser elegido en un lugar de la Tierra en el que la Luna pasara por el cenit. Sabemos que esto sucede en una franja entre los 28° de latitud norte y los 28° de latitud sur. Pero, en los EE. UU., solo hay dos regiones que estén tan al sur: Texas y Florida. Es así que, en la novela, los habitantes y autoridades de estos dos estados luchan denodadamente por ser los hospedadores de la magna empresa. Finalmente, Barbicane anuncia la ciudad ganadora:

—¡Entonces elijamos a la Florida, y a Tampa-Town!

Curiosamente, en la vida real también se dio exactamente este episodio. Cuando EE. UU. decidió a principios de 1960 iniciar el proyecto de enviar un hombre a la Luna, debió también decidir dónde se construiría su base de lanzamiento. Se necesitaba, asimismo, que estuviera lo más cerca posible del ecuador, aunque no por razones de cenit lunar, sino para aprovechar el impulso de la rotación de la Tierra: cuanto más cerca del ecuador, más velocidad le imprime la Tierra al cohete, como si fuera una piedra lanzada por una honda. Y Texas y Florida también se disputaron el honor, resultando finalmente, como sabemos, la Florida el estado vencedor, y Cabo Cañaveral el lugar de la base (hoy Cabo Kennedy). Pero no solo hay coincidencia en esto, sino que las latitudes de Cabo Kennedy y de Tampa Town son casi las mismas, con la única diferencia de que están en costas opuestas del estado (Fig. 18). Otro acierto increíble de don Julio.



Figura 18. Mapa del estado de Florida. Círculo izquierdo: Tampa Town; círculo derecho: Cabo Kennedy.

EL MERIDIANO DE GREENWICH

Enseguida, Barbicane nos cuenta sobre Tampa Town:

—Este emplazamiento está situado a trescientas toesas por arriba del nivel del mar, a los $27^{\circ} 7'$ de latitud norte y $5^{\circ} 7'$ de longitud oeste...

Hmmm... Aquí pareciera no haber dudas de que Verne cometió un error. Sabemos que el meridiano de Greenwich, a partir del cual se miden las longitudes geográficas, pasa por Londres. Y con solo ver un mapamundi (Fig. 19), comprobamos sin dificultades que Tampa, en América del Norte, no puede estar a 5° de longitud. De hecho, está a casi un cuarto de vuelta terrestre (82° al oeste de Greenwich). Pero... ¿se trata realmente de un error? Como es habitual, Verne tiene razón. ¿Cómo es eso? Pues bien, en 1865 todavía el mundo no se había puesto de acuerdo en tomar un meridiano único como origen de las longitudes. Esto recién se dispuso en 1884, en el congreso mundial International Meridian Conference (Fig. 20), convocado por los EE. UU. y para el cual se invitó a todos los países del mundo. Hasta ese entonces, las longitudes se solían referir al meridiano de la capital de cada país: el Reino Unido usaba el de Greenwich (Londres), Francia, el de París, Argentina, el de Buenos Aires, EE. UU., el de Washington, etc. Y es así que, efectivamente, Tampa Town está a 5° de longitud con respecto a Washington. Grande, don Julio.

Aprovechamos esta mención de la conferencia meridiana para comentar un par de curiosidades adicionales. En este congreso se estableció también que, en todo el mundo, el día comenzaría a medianoche (no era algo estándar en esa época), y además que, en todo el mundo, el día de la semana sería el mismo. Como se ve, cuestiones que uno toma como naturales recién se establecieron a fines del siglo XIX. Por otra parte, el lector se imaginará que la elección de Greenwich no habrá sido tomada sin que haya habido fuerte oposición por parte de otros países, como Alemania, Francia o EE. UU. Finalmente la elección recayó en Greenwich, aunque en la votación final Francia y Brasil se abstuvieron, mientras que República Dominicana votó en contra.



Figura 19. Mapamundi. La línea gruesa vertical señala el meridiano de Greenwich; el círculo inferior izquierdo se centra en Tampa, mientras que el superior derecho en Washington.

LA VIDA FUERA DE LA TIERRA

Ya adentrados en la segunda parte de la novela, Michel Ardan, nuestro intrépido y bohemio viajero, se somete a una asamblea pública para responder todas las preguntas que quisieran hacerle. Uno de los cuestionamientos que se le hacen es que, fuera de la Tierra, en todos los mundos hace demasiado calor o demasiado frío, lo que indica que no hay vida y que el francés no va a poder sobrevivir en esas condiciones. Michel responde con calma:

—Si yo fuese químico, le diría que los aerolitos, esos cuerpos formados fuera del mundo terrestre, han revelado en el análisis trazas indiscutibles de carbono, y que esa sustancia debe su origen a seres organizados...

Destaquemos, en primer lugar, el hecho que Verne sabía que se había encontrado carbono en los aerolitos, lo cual a esta altura ya no nos sorprende. Pero analicemos la respuesta de Michel. Para ello, recordemos, del colegio secundario, que hay una química orgánica, en la cual se estudian los compuestos de carbono, y una química inorgánica, que se encarga de todo el resto. Esta nomenclatura viene del hecho de que toda la vida conocida se sustenta en la química del carbono. Pero hoy sabemos que hay formas de carbono que no están relacionadas necesariamente con la vida (Fig. 21), y que este elemento se genera en los interiores de las estrellas de la misma manera que el oxígeno, el hierro, etc. Así que, para la época de Verne, la deducción de Ardan es perfectamente válida (hay carbono en los aerolitos, luego hay vida fuera de la Tierra), aunque hoy no la aceptaríamos.

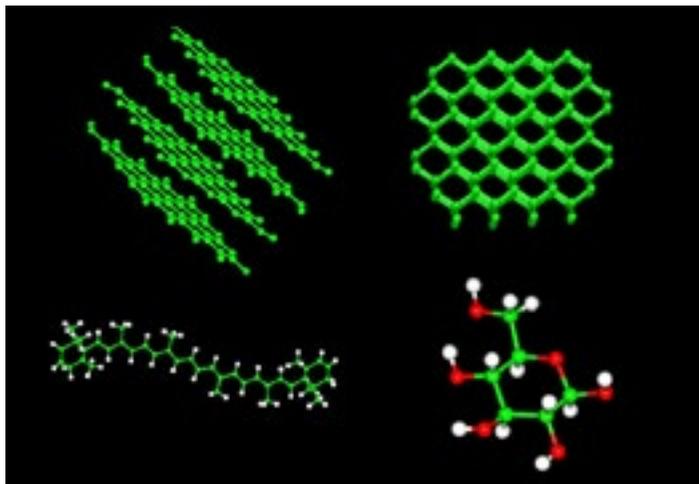


Figura 21. Representación esquemática de algunas sustancias basadas en el carbono: arriba, grafito y diamante (compuestos inorgánicos); abajo, caroteno y glucosa (compuestos orgánicos).

¿UN ALUNIZAJE VIOLENTO?

Otra crítica que se le hace a Michel es el alunizaje: ¿cómo pretende sobrevivir con el golpe que se dará cuando la bala choque sobre la superficie lunar? Ardan tiene respuesta para todo:

—Pero, ¿y la caída sobre la Luna, si es que usted llega alguna vez?
—Será seis veces menos rápida que una caída sobre la Tierra, porque el peso es seis veces menor en la superficie de la Luna.

Es cierto: el peso de un cuerpo en la Luna es seis veces menor que en la Tierra. Esto quiere decir que, si dejamos caer un mismo objeto desde, digamos, cien metros de altura, el choque sobre la superficie terrestre será mucho mayor que sobre la lunar. Sin embargo, si en ambos casos aumentamos la altura, tanto en la Tierra como en la Luna el golpe será proporcionalmente mayor. Como el plan era que el cañón diera impulso a la bala como para llegar al punto de equilibrio entre la Tierra y la Luna, y de allí dejar que la bala sea atraída por la Luna, esto significa que la bala caerá sobre la Luna desde esa altura. Un sencillo cálculo nos dice que la bala se estrellará contra la superficie lunar a unos 38 000 km/h, ¡velocidad más que suficiente para que Ardan se dé un golpazo bien feo!

EL PROBLEMA DEL AIRE

Mientras se acondiciona la bala para albergar a los pasajeros durante el viaje (Fig. 22), Verne nos relata toda una serie de precauciones adicionales que se fueron tomando ahora que la bala iría tripulada. Uno de los problemas, naturalmente, era el aire. La idea era recuperar oxígeno mediante procesos químicos. En medio de la explicación don Julio nos dice:

—Sucede entonces que, en un medio cerrado, después de un tiempo, todo el oxígeno del aire es reemplazado por ácido carbónico, que es un gas esencialmente deletéreo.

Recordando lo aprendido en anatomía y en química de la secundaria, esta frase no cierra. Se supone que el producto de la respiración es el *anhídrido* carbónico (a partir de 2005, llamado oficialmente dióxido de carbono) y no el ácido carbónico. Este último se produce al disolver el primero en agua; de hecho, lo consumimos alegremente en las gaseosas y vinos espumantes. Sin embargo, tengamos en cuenta dos detalles: a) la nomenclatura química se normalizó recién en 1892 en una convención internacional en Ginebra y b) el ácido carbónico siempre está combinado con el anhídrido disuelto, y su concentración siempre es muy baja con respecto a este último. Así que es perfectamente posible que en 1865 no se tuviera una clara distinción entre el ácido y el anhídrido.

El autor del presente artículo desconocía el significado de *deletéreo* hasta que leyó la novela. Una oportuna consulta al diccionario dio como resultado “mortífero”, “venenoso”. Hoy sabemos que este gas no es venenoso en absoluto, aunque sí mortal si reemplaza al oxígeno y no podemos respirar otra cosa. Con cualquier otro gas no venenoso sería lo mismo, ya que lo mortífero es no tener oxígeno.



Figura 22. Acondicionando el interior de la bala para los pasajeros. (Ilustración de la edición de Hetzel).



Figura 23. Telescopio refractor, Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de La Plata. Foto de Guillermo Sierra.



Figura 24. Telescopio reflector, Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de La Plata. Foto de Guillermo Sierra.

ANTEOJOS PARA MIRAR EL CIELO

Otro detalle que se describe en cuanto a preparativos es el telescopio destinado a observar el obús en su viaje a la Luna. Mientras se aclara que se encargó su construcción al observatorio de Cambridge y que se instaló en las Montañas Rocosas, se dice:

—Hay una diferencia importante entre el antejo y el telescopio...

¡Vaya aclaración que nos hace don Julio! ¿A quién se le ocurriría confundir un par de anteojos con un telescopio? Sin embargo, una vez más Verne está en lo correcto. Lo que sucede es que, en el siglo XIX, se llamaba “anteojos” a los telescopios cuyo elemento principal es una lente —lo que hoy llamamos telescopios refractores (Fig. 23)—, mientras que se denominaba “telescopios” a secas a los telescopios cuyo elemento principal es un espejo, a los que hoy llamamos telescopios reflectores (Fig. 24).

LA PREGUNTA DEL MILLÓN

Cuando la novela termina, el lector deja suavemente el libro sobre la mesa, se cruza de brazos, levanta levemente la barbilla y fija su vista hacia el infinito. Claro, queda flotando en el aire la gran pregunta, la pregunta que se habrán hecho millones de lectores de la novela a lo largo de décadas. La pregunta que rebota una y otra vez en la mente. *Si se pudiera reproducir en la realidad todo lo que describe Verne en su novela, detalle por detalle, ¿es posible enviar un hombre a la Luna?* En otras palabras: ¿es realizable lo que nos describe don Julio?

La clave para la respuesta a esta inquietante pregunta está en un párrafo que corresponde al capítulo en el que se discute el problema del cañón, cuando Barbicane explica:

—¿Qué ocurre cuando se lanza un proyectil al espacio? Actúan tres fuerzas: la resistencia del aire, la atracción de la Tierra y el impulso del cañón. La resistencia del aire será poco importante: en efecto, la atmósfera no tiene más que 40 millas, y con una velocidad de 12 000 yardas [por segundo], el proyectil la habrá atravesado en cinco segundos. Ese tiempo es bastante breve como para que la resistencia del aire pueda ser considerada insignificante.



Figura 25.
Ilustración de una cápsula espacial haciendo su reentrada en la atmósfera terrestre.

La trilogía de fuerzas es correcta, pero el análisis de la resistencia del aire tiene un problema: la resistencia no solo depende del tiempo durante el cual la bala atravesará la atmósfera (cuyo cálculo es correcto, 5 segundos), sino que depende de la *velocidad* con que se atraviese. A mayor velocidad, más fricción y más calentamiento del objeto viajero. Seguramente el lector habrá visto fotos, ilustraciones o películas en las que una cápsula espacial entra en la atmósfera, adquiriendo una temperatura como para ponerla al rojo vivo (Fig. 25). De hecho, la base de las cápsulas está especialmente diseñada para soportar estas altísimas temperaturas. Otro fenómeno con el cual el lector estará

seguramente familiarizado es el de las estrellas fugaces (Fig. 26), que no son más que piedras vagabundas del espacio que, al entrar en la atmósfera terrestre a gran velocidad, se ponen incandescentes y virtualmente se evaporan. ¡Imagínese el lector la fricción que se produce como para evaporar la piedra! Así, el experimento de Verne está destinado al fracaso: la velocidad de la bala (similar a la de una estrella fugaz) haría que el aluminio (y todo su contenido) se derritiera casi en el mismo instante en que saliera del cañón...



Figura 26.

Fotografía de una estrella fugaz.



Figura 27. Despegue del cohete Delta IV con la nave Orión de la NASA en Cabo Cañaveral. Fuente: Steve Nesius/Reuters.

Pero entonces, ¿cómo es que desde la década de 1960 hemos enviado tantos hombres al espacio, habiendo incluso puesto pie en la Luna? La clave está en el uso de *cohetes* (Fig. 27). Una bala de cañón *debe recibir todo el impulso de su viaje en el momento inicial*, cuando se dispara el cañón. A partir de ese momento, la bala se las debe arreglar por sí sola para vencer la atracción gravitatoria terrestre; debe proveérsele entonces una gran velocidad inicial para poder elevarse y salir de la Tierra. Por el contrario, en un cohete los gases de combustión le van dando empuje de a poco, como si una mano gigante lo fuera elevando pacientemente. Este empuje es constante (mientras dura la combustión), por lo que no hace falta darle un gran impulso inicial como en el caso de la bala, y así el cohete puede elevarse sin necesidad de las grandes velocidades que le producirían fricción y su consecuente licuación.

Si bien los cohetes ya se usaban como arma de artillería, tanto en China como en Europa, desde el siglo XIII, la primera idea de usarlos como propulsores para viajar al espacio se dio recién en 1905. Uno no puede dejar de especular qué hubiera sucedido con la historia de la astronáutica, y de la ciencia en general, si a don Julio se le hubiera pasado por la mente la idea del cohete...¹

¹- Un caso similar se da con Hiparco (siglo II a. C.) y sus epiciclos para explicar los movimientos planetarios. Los epiciclos nunca funcionaron porque los usó con semiejes iguales. Si tan solo se le hubiera ocurrido probar con un semieje el doble que el otro, hubiera encontrado el movimiento exacto de los planetas más de un milenio antes que Kepler.

REFLEXIÓN FINAL

Naturalmente, la novela que nos convoca tiene otras numerosísimas menciones a la tecnología en general y a la astronomía en particular, pero si quisiéramos analizarlas en su totalidad deberíamos escribir una novela sobre la novela. Este brevísimo resumen nos permite apreciar, con todo, el conocimiento que el autor tenía de los adelantos de su época. Sin dudas esta novela fue la primera, en la historia, en mostrar el viaje a la Luna como algo factible. Lo que había sido siempre una fantasía reservada a los poetas ahora se presentaba como una maravillosa posibilidad concreta que, en definitiva, terminó haciéndose realidad en 1969 (Fig. 28). No quedan dudas de que, con cualquier vara que se lo mida, Verne merece el apodo de *padre de la ciencia ficción*.

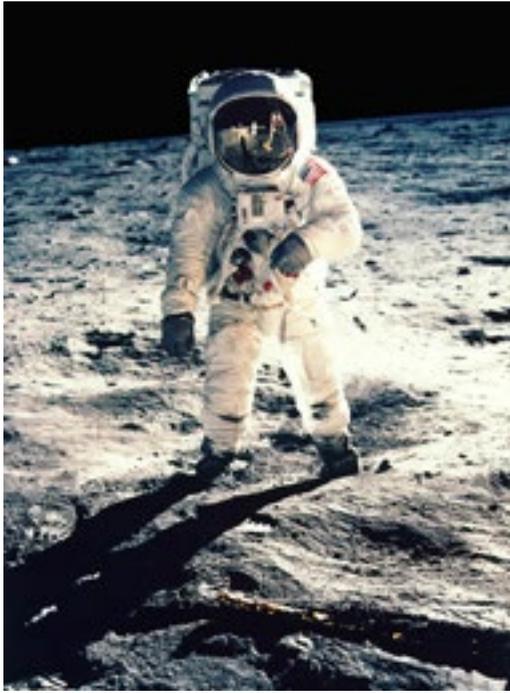


Figura 28. Neil Armstrong y su “selfi” en el visor del casco de su compañero Aldrin, luego de alunizar en 1969. Fuente: Neil Armstrong, NASA.