

LA CIENCIA DE LOS MATERIALES DESDE LA FANTASÍA Y LA CIENCIA FICCIÓN

F. Ternero¹, J.M. Montes¹

¹Dpto. Ingeniería y Ciencia de los Materiales y del Transporte, ETSI de la Universidad de Sevilla, Avda. Camino de los Descubrimientos s/n, 41092-Sevilla, fternero@us.es

Resumen: En sus múltiples formas (libros, películas o series de televisión), los géneros fantásticos o de ciencia ficción están plagados de materiales fantásticos con propiedades asombrosas. En este trabajo se propone un ejercicio tremendamente sugestivo: prestar atención a algunos de esos materiales de la ficción, para tratar de dilucidar si son realmente fantásticos o, en cierto modo, ya existen o podrían existir, y en todo caso, servir de fuente de inspiración para desarrollar otros materiales, perfectamente reales y útiles, que posean algunas de sus características excepcionales. El objetivo último es captar la atención e interés de los alumnos por las disciplinas de *Ciencia y tecnología de los materiales*, buscando la complicidad de sus series, películas y libros favoritos. Se proponen también algunos ejemplos sobre cómo organizar un posible seminario o charla que abunde en este objetivo.

Palabras clave: materiales fantásticos, historia y futuro de los materiales, ciencia ficción, fantasía, superhéroes.

1. INTRODUCCIÓN.

Nuestros intentos por vaticinar los posibles avances tecnológicos que tendrán lugar en un futuro cercano parecen torpes y erróneos a la luz de una mirada retrospectiva. Y es que predecir o pronosticar los futuros avances tecnológicos no es cosa menor. Es posible que las obras de ficción pudieran ayudarnos en esa tarea [1].

Algunas obras fantásticas o de ciencia ficción, ya sean novelas, películas o series de televisión, aparentan poseer cierto carácter anticipatorio de los avances científicos y tecnológicos que están por llegar. En estas creaciones de ficción se describen habitualmente nuevas teorías físicas, nuevas tecnologías, y también gran número de materiales singulares, poseedores de propiedades igualmente únicas y fantásticas. Estos materiales doblemente fantásticos — por su origen y por sus propiedades— centran nuestro interés, pues supone un reto entender si tales materiales ya existen, podrían existir algún día, o sencillamente son imposibles.

¿Podría ayudarnos en esta tarea la *Ciencia de los materiales*? El objetivo principal de esta rama del saber es estudiar y describir las propiedades de los materiales, relacionándolas con las características internas del material que las hacen posibles. Y siguiendo esta línea de pensamiento hemos llegado al conocimiento de que, alterando las características internas de los materiales, ya sea mediante simples o embarazosos procesos, podemos modificar a placer las propiedades del material.

Así pues, cabría pensar que es posible aplicar los conocimientos, métodos y procedimientos de la *Ciencia de los materiales* a los materiales descritos por la ciencia ficción o por la narrativa fantástica, y obtener rédito de ello. El camino no es fácil, desde luego, porque, a menudo, la descripción de esos materiales fantásticos consta, a veces, solo de un simple nombre, y otras, las

menos, se ofrece un pequeño bosquejo que sugiere una proyección de tecnología ya conocida, o quizá alude a una nueva realidad, presumiblemente científica, pero solo en apariencia. En cualquier caso, la *Ciencia de los Materiales* siempre permitirá ofrecer un punto de vista crítico sobre si los valores de esta o aquella propiedad podrían ser reales, por inverosímiles que pudieran parecer, y en el caso de que lo fueran, identificar los modos o vías que permitirían obtener dichas propiedades.

Y desde la perspectiva docente, ¿qué beneficios cabría esperar del análisis o escrutinio de los materiales descritos en los géneros de ficción? Muchos, porque esta estrategia nos da la oportunidad de presentar —por ejemplo, mediante seminarios o charlas—, contenidos que caen habitualmente fuera de los objetivos de las asignaturas obligatorias, y no por falta de relevancia y tampoco porque susciten poco interés en los estudiantes. Los materiales fantásticos pueden ser la excusa perfecta para introducir un poco de historia, que nos explique cómo hemos llegado hasta el momento tecnológico actual, que nos enseñe el papel catalizador de los conflictos bélicos en el desarrollo de nuevos materiales (una constante en toda nuestra historia), el porqué de la importancia estratégica de ciertos materiales, de su influencia en la historia y en la sociedad; aspectos todos ellos ausentes de los temarios oficiales. Pero también pueden servirnos para introducir un concepto complejo, sutil, o poner en contraposición una pareja de conceptos a menudo confundidos, por ejemplo, *dureza/tenacidad*, *crystal/vidrio*.

El análisis y escrutinio de las propiedades de un material, por ficticio o fantástico que sea, es un ejercicio muy saludable para los estudiantes que cursan asignaturas sobre materiales, pues puede ayudarles a consolidar los conocimientos adquiridos, desarrollar espíritu crítico, e incluso, espolear su ingenio promoviendo futuros avances tecnológicos, si terminan dedicándose a tareas de

I+D+i. Para el ciudadano medio, esta estrategia representa una oportunidad más de cuestionar la información que le llega, de juzgar críticamente lo pseudocientífico, de aprender a discernir lo que aún hoy pertenece al mundo de lo mágico, de lo que ya es plenamente factible y real, o lo que lo será en breve plazo.

No tendrá que partir desde cero en esta apasionante aventura. Puede resultarle útil la lectura del libro de la referencia [2], que lleva por título *Ciencia de los materiales fantásticos*, y que los autores de este trabajo hemos escrito precisamente con la intención de servir de apoyo a este propósito (Fig. 1).



Figura 1. Algunos de los temas abordados en el libro *Ciencia de los materiales fantásticos*.

Tanto el libro mencionado como este trabajo, tienen por objetivo seleccionar algunos materiales fantásticos, extraídos de literatura, películas y series de ciencia ficción o fantasía, para tratar de discutir su verosimilitud, o su imposibilidad, al tiempo, que nos sirvan como excusa para tratar otros aspectos colaterales relacionados con los procesos de fabricación de materiales o aspectos históricos y su imbricación con el desarrollo de las grandes civilizaciones. Naturalmente, en la medida de lo posible, también buscaremos una vertiente lúdica, que nos aparte de los sinsabores y grandes esfuerzos intelectuales que suponen las disciplinas obligatorias.

2. METODOLOGÍA

¿Qué materiales fantásticos tomaremos como paradigmáticos? Aquellos que nos aviven la curiosidad y, al mismo tiempo, nos permitan contar aspectos históricos sobre los materiales y sobre su tecnología de una manera clara y sencilla. Tampoco descartaremos aquellos materiales fantásticos que nos ofrezcan la oportunidad de enfatizar la importancia del descubrimiento o dominio de su tecnología en el progreso de la civilización humana.

Puestos a fijar un principio, convendría remitirse al descubrimiento del fuego, porque este es el principio

transformador que interviene en la obtención, de una manera u otra, de todos los materiales: permite convertir la untuosa arcilla en barro cocido, permite extraer el metal de sus piedras minerales, fundir los metales para verterlos en un molde, endurecerlos una vez solidificados, y un largo etcétera. Naturalmente, también convendría analizar los materiales que empleó, y aún emplea, el hombre para generar fuego.

Una vez fijado el punto de partida, cabe trazar una línea más o menos cronológica: el barro cocido, el vidrio, los primeros metales, los materiales poliméricos, los materiales moleculares. Siendo flexibles es posible acomodar en este hilo cronológico una gran diversidad de materiales de interés. La propuesta de este trabajo (y la del libro en el que se basa) es seguir ese orden empleando los ganchos de la ciencia ficción y de los géneros fantásticos.

No obstante, los elementos seleccionados en ese libro son solo una sugerencia. En realidad, la temática es tan extensa que podrían proponerse muchos otros materiales de interés y que servirían igualmente al propósito buscado. En la Tabla 1 se ofrece una lista de los capítulos incluidos en el libro referido y el asunto tratado en cada uno de ellos.

Tabla 1. Relación de capítulos del libro [2] y la temática abordada en cada uno de ellos.

Capítulo	Asunto tratado
1. El oro de los dioses	La importancia del fuego. Materiales para generar fuego.
2. El vidriagón	Materiales cerámicos y el vidrio.
3. El aluminio	Metales elementales. Dificultad de extracción.
4. El oricalco	Aleaciones metálicas.
5. El acero valyrio	La historia del acero. El acero de Damasco.
6. El oro de Sauron	Envenenamiento por metales pesados.
7. El mithril	El titanio y su dificultad de extracción.
8. La piedra de Orthanc	El hormigón y el hormigón armado.
9. La piedra de Magnesia	La magnetita. El magnetismo terrestre.
10. La piedra de Asgard	Materiales ópticos polarizadores.
11. El quinto elemento	Intentos por comprender la materia.
12. La piedra filosofal	Intentos por comprender la materia.
13. El adamantio	Materiales muy duros y tenaces.
14. El vibranio	Materiales metálicos exóticos.
15. El japonio	Materiales metálicos exóticos.
16. La superaleación Z	Aleaciones metálicas exóticas.
17. El aluminio transparente	Materiales metálicos exóticos.
18. La cavorita	Materiales exóticos imposibles.
19. La piedra de Pandora	Superconductividad a temperatura ambiente.
20. La gomavol	Materiales elastoméricos exóticos.
21. El caucho Wayne	Materiales elastoméricos inteligentes.
22. El adhesivo Stark	Materiales poliméricos adhesivos.
23. El jacobio	Materiales moleculares exóticos.
24. El invisibilio	Materiales exóticos (metamateriales).
25. La polialeación mimética	Aleaciones metálicas exóticas.

3. ALGUNOS EJEMPLOS

Describiremos, a continuación, algunos ejemplos que permiten ilustrar cómo contar la historia de algunos materiales y la evolución de su tecnología a través de obras literarias, televisivas o cinematográficas. Hemos elegido solo tres casos que pueden ser considerados en cierto modo paradigmáticos: la historia del vidrio, la historia del acero y la breve historia de la superconductividad. Su elección no pretende preponderar la importancia de estos materiales, sino tan solo servir de guía y muestrario de un modo de proceder.

3.1. La historia del vidrio

El subterfugio que puede servirnos para introducir la historia del vidrio, así como de su tecnología, es el *vidriagón*, popularizado por la serie de novelas de *Canción de hielo y fuego* de George R.R. Martin y la serie de televisión basada en ellas, la popular *Juego de tronos*.

El punto de arranque podría ser tratar de descubrir qué material podría ser el *vidriagón*, identificado vagamente, tanto en la serie como en las novelas, con la obsidiana, una roca volcánica natural. El misterio a resolver es encontrar qué puede ser el *vidriagón* para que se parezca a la obsidiana, y al mismo tiempo posea un fulminante efecto sobre los temidos *Caminantes blancos*. El resto de hitos podrían articularse como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. La historia del vidrio y de su tecnología usando como hilo conductor el *vidriagón*.

PREGUNTAS OBJETIVO: ¿Qué material es el <i>vidriagón</i> ? ¿Por qué puede fulminar a los <i>Caminantes blancos</i> ? ¿Qué le permite brillar con luz propia?
Génesis de la palabra <i>vidrio</i> . Disertación sobre los términos opuestos <i>vidrio</i> vs. <i>crystal</i> . Orden y desorden atómico.
El término <i>vidriagón</i> sugiere la intervención del fuego. ¿Qué es la obsidiana? ¿Cómo se fabrica el vidrio? Temperatura necesaria para fundir la arena.
El descubrimiento del vidrio según Plinio «el Viejo». Una historia más plausible: la fayenza.
La receta ancestral (egipcia) de la fabricación del <i>vidrio común</i> . La ventaja de los óxidos modificadores.
Expansión a Roma. El «cristal» de Murano / El «cristal» de Bohemia.
La tecnología moderna. Los aditivos del vidrio para dar color.
¿Y si el <i>vidriagón</i> fuera vidrio común con adiciones de óxidos de cromo, de algunas tierras raras y uranio? ¿Y si adiciones de tierras raras lo volvieran fosforescente?

Es evidente que las preguntas iniciales (subterfugios para narrar la historia y los detalles tecnológicos del material) deben encontrar una adecuada respuesta al final. En este caso, a qué podría deberse el fulminante efecto que el

vidriagón demuestra tener sobre esos extrañísimos seres conocidos como *Caminantes blancos* y por qué el *vidriagón* puede brillar con luz propia (algo descrito en las novelas, pero no en la serie de televisión). Se plantea así un problema casi detectivesco, que permea todo el planteamiento. ¿Tiene a su alcance algún método mejor para captar y mantener la atención de sus alumnos?

3.2. La historia del acero

El *acero* es otro material paradigmático y especialmente importante en nuestra tecnología actual. El subterfugio que podemos usar para desarrollar los aspectos que consideramos relevantes de su historia y de su evolución tecnológica es el *acero valyrio*, que aparece también en la serie televisiva de *Juego de tronos* y en las novelas en las que está basada, *Canción de hielo y fuego*.

El punto de arranque podría ser tratar de descubrir qué material podría ser el *acero valyrio*, de dónde provendrían sus singulares propiedades, muy superiores a las del acero convencional, y de paso, también a qué puede deberse su también fulminante efecto sobre los temidos *Caminantes blancos*. El resto de hitos podrían articularse del modo mostrado en la Tabla 3.

Tabla 3. La historia del acero y de su tecnología usando como hilo conductor el *acero valyrio*.

PREGUNTAS OBJETIVO: ¿Qué material es el <i>acero valyrio</i> ? ¿Por qué puede fulminar a los <i>Caminantes blancos</i> ?
Génesis de las palabras <i>acero</i> y <i>siderurgia</i> . Disertación sobre la importancia del hierro meteorítico.
¿Cómo extraer el hierro de sus minerales? Temperatura necesaria y el tortuoso proceso. El fabuloso descubrimiento del hierro cementado (carburizado)
El método del crisol.
Acero franco vs. Acero de Damasco. El acero de los moros en la península ibérica.
El secreto del temple. Las diferentes temperaturas del temple.
La prodigiosa receta del acero de Damasco.
La moderna tecnología del acero. El acero: un nuevo material.
¿Y si el <i>acero valyrio</i> fuera acero de Damasco con adiciones de uranio?

En este asunto cabe profundizar cuanto se desee, sin renunciar a establecer el paralelismo existente entre el *acero valyrio* y el histórico *acero de Damasco* (que muy probablemente sirvió de inspiración al creador de esta saga). El acero de Damasco ha constituido durante largo tiempo un gran misterio. Desvelar sus secretos puede resultar complejo si uno se sumerge en las características microestructurales que lo hacen posible (Hay tesis doctorales dedicadas a ello [3]). Queda a su elección el grado de profundidad con el que debe tratar este aspecto.

No obstante, no debe olvidar que la historia del hierro, del acero y del acero de Damasco, constituyen por sí mismas increíbles aventuras. La gente de a pie no es consciente de la proeza que supuso para el ser humano el dominio del acero, por lo que no está de más insistir en esa gesta.

3.3. La superconductividad a temperatura ambiente

La superconductividad sigue resultando un fenómeno bastante misterioso. A ello contribuye, sin duda, el hecho de que aún hoy carezcamos de modelos teóricos capaces de explicar el fenómeno en la totalidad de los materiales en que se presenta. Más misterioso, si cabe, es la aparente imposibilidad de encontrar materiales superconductores a temperatura ambiente.

En la galardonada película *Avatar* (dirigida por James Cameron) constituye un elemento trascendente del argumento un material extraño y muy codiciado, *el inobtenio* (*unobtainium* en la versión original), capaz de exhibir superconductividad a temperatura ambiente. Este material puede ser el subterfugio perfecto para contar la historia y el potencial impacto tecnológico de la superconductividad y, además, indagar en la cuestión clave de qué material podría ser el *inobtenio* y qué propiedades exhibiría. Este podría ser el punto de arranque; el resto de hitos podrían articularse del modo mostrado en la Tabla 4.

Tabla 4. La historia y la tecnología de los materiales superconductores.

<p>PREGUNTAS OBJETIVO: ¿Qué material es el <i>inobtenio</i>? ¿Qué es la superconductividad? ¿Cómo reconocer un superconductor a temp. ambiente?</p>
<p>El descubrimiento de la superconductividad. La ayuda fortuita de la carrera por licuar los gases.</p>
<p>Metales y óxidos superconductores. La fastidiosa temperatura crítica.</p>
<p>El efecto Meissner. Diamagnetismo perfecto. Levitación de las montañas Aleluya en Pandora.</p>
<p>Efectos de la superconductividad sobre la vida.</p>
<p>El riesgo de vivir en Pandora.</p>
<p>¿Existirá algo similar al <i>inobtenio</i>?</p>

Bajo el pretexto de explicar el *inobtenio* se podrían abordar infinidad de temas relacionados con la superconductividad: las expectativas frustradas, la aparente imposibilidad de reducir la temperatura crítica, las tentativas fallidas de proponer modelos teóricos que la expliquen en todos los casos, las numerosas aplicaciones potenciales que se beneficiarían de la existencia de materiales superconductores a temperatura ambiente, las aplicaciones tecnológicas que ya son una realidad, y otras muchas.

3.4. Formatos de presentación

El formato de presentación de estas discusiones puede ser diverso; desde una presentación en seminario o charla por parte del Profesor, hasta trabajos de alumnos (en grupo o individuales) de los temas propuestos por el Profesor. Esos trabajos podrían ser, posteriormente, expuestos y defendidos en gran grupo. Este formato, obviamente, se adaptaría mejor en asignaturas optativas, con formato más libre.

Tanto en el formato de charlas/seminarios o en el de trabajos de exposición por alumnos se podrían incluir imágenes y vídeos de referencias cinematográficas conocidas, que ilustrasen ciertas afirmaciones, sirvieran de apoyo documental o permitieran abrir un debate y discusión posterior. Las posibilidades son muchas.

4. CONCLUSIONES

Las obras de ciencia ficción y de fantasía constituyen una vasta y muy atractiva fuente de recursos, para servir de gancho, excusa o subterfugio con objeto de captar el interés de los estudiantes sobre determinados aspectos concernientes a los materiales, sobre todo a su historia y al devenir de la tecnología actual. Algunos de los materiales descritos en las obras de ficción pueden servir para poner a prueba los conocimientos adquiridos y discernir lo factible en el momento tecnológico actual, de lo plausible a corto plazo y de lo descartable completamente a la luz de nuestro conocimiento científico presente. La experiencia de los autores es positiva con este planteamiento, que puede añadirse a asignaturas troncales, bajo el formato de seminarios, o en asignaturas optativas con formato más libre. No es necesario partir de cero en esta aventura; el libro de la referencia [2] puede resultarle de ayuda, como lo demuestra el hecho de que recientemente haya sido adoptado como material de apoyo en el Trabajo Fin de Máster [4]. También encontrará en este trabajo interesantes sugerencias y actividades, algunas en línea con la aquí propuesta: desarrollar pensamiento crítico acerca de los materiales, con base en su historia conocida, y especular cuál podría ser el futuro en lo que a los materiales concierne.

5. REFERENCIAS

- [1] M. Moreno, J. José, *La ciencia de la ciencia-ficción: Cuando Hawking jugaba al póker en el Enterprise*. Editorial Shackleton books, 2019.
- [2] J.M. Montes, F. Ternero, *Ciencia de los materiales fantásticos*, Editorial Paraninfo, Madrid, 2019.
- [3] *Claves metalúrgicas de la fabricación de espadas con acero de Damasco (Al-hindi) según el taller persa medieval del shamshirsaz Assad Allâh de Isfahân*, Laura García Sánchez; dirigida por A.J. Criado. (Accesible desde internet).
- [4] V. Díaz del Campo y M.J. Baena Alonso (tutora), *Los nuevos materiales en el currículo de ESO y bachillerato. Propuesta de unidad didáctica*, Trabajo Fin de Máster, Univ. de Valladolid. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/38527>.