

MODELANDO LA SOCIEDAD DEL FUTURO: LA IMPORTANCIA DE LA CIENCIA MATERIALES EN EL DESARROLLO HUMANO

Juan J. de Damborenea

*Presidente de la Sociedad Española de Materiales (SOCIEMAT).
Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CSIC)*

Rodrigo Moreno Botella

Instituto de Cerámica y Vidrio (CSIC), Vicepresidente de SOCIEMAT

Gloria Patricia Rodríguez-Donoso,

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial, UCLM. Secretaria de SOCIEMAT

RESUMEN

Contrariamente a lo que se podría pensar, la Ciencia de Materiales, junto con sus hijas como son la Tecnología y la Ingeniería de Materiales, constituye quizá la rama del conocimiento que más ha influido en la forma en la que la Humanidad ha ido evolucionando a lo largo de la Historia. De cómo los seres humanos han sido capaces de ir construyendo (y también, cómo no, destruyendo) su manera de vivir, de relacionarse y de progresar tiene mucho que ver el conocimiento que ha ido adquiriendo sobre el mundo material que le rodea, de cómo obtenerlo y modificarlo. No en vano, desde que aparecen los primeros homínidos y evolucionan hasta nuestro antecesor, el Homo Sapiens, se empiezan a utilizar los materiales de manera habitual, construyéndose un tipo de sociedad diferente.

1. INTRODUCCIÓN

Como es sobradamente conocido, éstas son las etapas históricas que asentaron el posterior devenir de la Humanidad: La *Edad de Piedra*, en sus albores, seguida de la *Edad de la Cerámica*, en el Neolítico y la *Edad de los Metales* (Edad del Cobre, Edad del Bronce y Edad del Hierro), que precede a la Edad Antigua en la que surgen las primeras civilizaciones. Es a lo largo de esos períodos en los que el ser humano se empieza a organizar socialmente y a vivir en comunidad, lo que acarrea la necesidad de emplear nuevos artilugios que le sirvan para facilitarles la vida. En palabras del National Research Council: “los materiales por sí mismos no hacen nada; sin embargo, sin los materiales el ser humano no puede hacer nada” [1]. Es esta última característica la que ha constituido el *late motiv* de la Ciencia de Materiales: ayudar al desarrollo de toda la Humanidad, fortalecer el Estado del Bienestar y ayudar a la sostenibilidad de los recursos de nuestro Planeta. Sobre estos tres ejes se articula una de las disciplinas científicas que más rápidamente ha crecido a lo largo de la historia y que ha permitido también los avances espectaculares que se han producido a lo largo de estos últimos 20 siglos de historia reciente. Por ello, podríamos considerar a la Ciencia, Tecnología e Ingeniería de Materiales como un recurso transversal y un apoyo básico al resto de tecnologías (biomédica, información, generación de energía...) [2].

2. OBJETIVOS Y RETOS

Como comentábamos anteriormente, las edades del ser humano se han caracterizado por el empleo de un material específico. A la edad del hierro, que duró desde el año 1000 BC hasta el 1800 DC, le siguió la edad del acero, hasta mediados de los 60 del siglo pasado y a ésta, en períodos más cortos le han ido sucediendo la de los polímeros, la del silicio, la del carbono y, en la actualidad, la de la nanotecnología. Sin embargo, hay una característica específica que diferencia a todas estas últimas (desde el acero) de las anteriores, y es que no mueren como tal, sino que evolucionan hacia materiales más avanzados. Por poner un sencillo ejemplo, más del 50% del acero que se utiliza en los nuevos coches, se han desarrollado en los últimos diez años.

Tradicionalmente, la Ciencia de Materiales toma como base tres grandes familias: los metales, las cerámicas (incluyendo el vidrio) y los polímeros. La unión de estas familias entre sí, ha dado origen a un cuarto grupo conocido como los materiales compuestos. En ocasiones también se incluye dentro de esta clasificación a los llamados “materiales naturales” como la madera, el cuero o el algodón [3]. Aunque estas familias son lo suficientemente amplias como para abarcar la gran mayoría de los materiales conocidos, más recientemente han aparecido nuevos desarrollos como los materiales moleculares cuyo encaje en las anteriores familias es más complejo pero cuyo desarrollo está siendo decisivo en las tecnologías cuánticas y optoelectrónicas.

Uno de los aspectos más destacados de la Ciencia, Tecnología e Ingeniería de Materiales es el hecho de ser necesariamente una ciencia multidisciplinar que requiere de la participación de científicos y profesionales de la física, química, medioambiente, biología, matemáticas, bellas artes, arquitectura y las ingenierías de materiales, energética, industrial, química, mecánica, aeroespacial, civil o electrónica, entre otras. El esfuerzo conjunto de tantas ramas del saber hacen de la Ciencia de Materiales una rama especialmente abierta y en continua renovación.

Los materiales de uso común en nuestras modernas sociedades son fruto de un complejo desarrollo donde entran en juego diversos factores que, en conjunto, van a poder dotar al material específico de las propiedades que se buscan para el cumplimiento de su función. El conocido como “tetraedro de los materiales” [4], figura 1, ejemplifica de manera clara cómo funciona la Ciencia de Materiales: controlar las propiedades y el comportamiento buscado a través del conocimiento a todos los niveles (desde su estructura atómica y/o molecular, composicional y microestructural) mediante los procesos adecuados de síntesis y procesado.

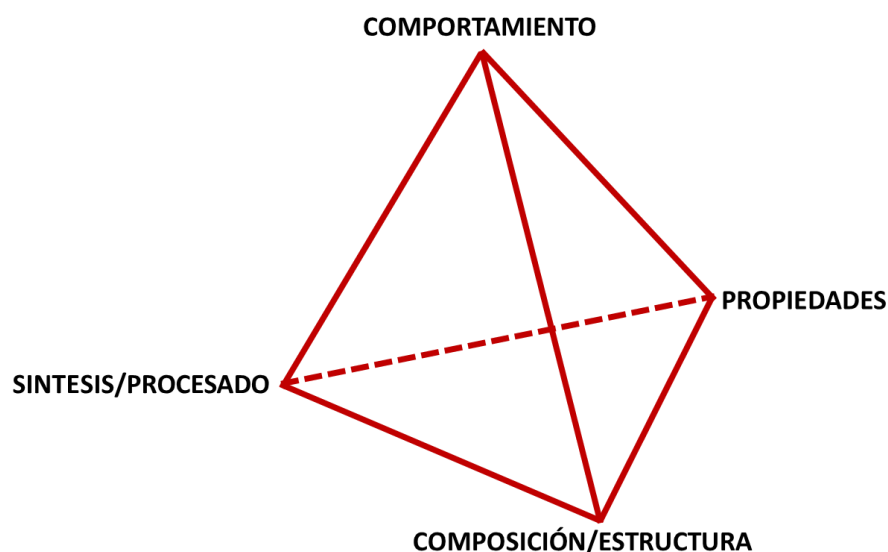


Figura 1. Relaciones que gobiernan el desarrollo de la Ciencia, Tecnología e Ingeniería de Materiales

Esta combinación de elementos permite diseñar multitud de materiales con aplicaciones avanzadas en función del tipo de material base del que partimos. Para que nos hagamos una idea de lo que la ciencia de Materiales es capaz de producir, Michael Ashby (al que podríamos considerar como uno de los padres de la moderna Ciencia de Materiales) calculaba, en 2011, que en la actualidad están a disposición de la Ingeniería moderna entre 40.000 y 80.000 materiales diferentes [5]. Estas cifras se van multiplicar de manera exponencial según avanzan nuevos desarrollos como, por ejemplo, las aleaciones de alta entropía, donde combinaciones de elemento podrían dar lugar a ¡billones! de nuevas aleaciones [6].

Sirva este marco general para definir el paradigma ante el que nos encontramos. Si el fin último de la Ciencia de Materiales era el de mejorar la calidad de vida de los seres humanos mediante un desarrollo sostenible y no intensivo en materiales para que se garantice la sostenibilidad del planeta, pueden adivinarse fácilmente los retos que se nos plantean. Aunque adivinar las necesidades futuras es un ejercicio complicado (recordemos la famosa frase atribuida a Niels Bohr “Es difícil hacer predicciones, especialmente sobre el futuro”), no parece descabellado considerar que son seis los ámbitos en los que la Ciencia de Materiales tendrá que focalizarse en los próximos años: la energía, la salud, el transporte, la sostenibilidad (medio ambiente), las infraestructuras y la seguridad. Resulta imposible, en un artículo de estas características, presentar una detallada relación de todos estos retos, por lo que vamos a centrarnos en los que consideramos que requieren acciones más inmediatas.

En primer lugar, nos encontramos con la crisis de la energía. Esto va a exigir el desarrollo de materiales capaces, por un lado, de generar, convertir y almacenar energía y, por otro, de materiales estructurales capaces de mantener sus propiedades en condiciones extremas: altas temperaturas, ambientes corrosivos, altas sollicitaciones mecánicas e, incluso, exposición a intensas radiaciones. En este campo, los llamados materiales estructurales y compuestos están llamados a ser cruciales en la sostenibilidad de nuestras sociedades en las próximas décadas.

Un segundo reto al que nos enfrentamos sería el campo de la salud. El envejecimiento de la población y el aumento de la esperanza de vida, va a exigir nuevos materiales para prótesis de distintos tipos, incluyendo desde las dentales a las osteoarticulares, Así como materiales bioactivos que permitan la reparación y regeneración de tejidos celulares. Por otra parte, será necesario avanzar en nuevas terapias basadas en el uso de la fotónica o de las nanotecnologías, que puedan focalizarse en los puntos específicos donde se produce la enfermedad y que permitan su eliminación sin dañar al resto de los tejidos. También el desarrollo de exoesqueletos y electrodos para permitir la recuperación de funciones básicas como andar o hablar. Además, el avance imparable de las técnicas de fabricación aditiva empieza a dar sus frutos en la fabricación de órganos. En este campo, tanto metales como cerámicas y polímeros deberán encontrar el nicho apropiado para su utilización, bien como material estructural o como material funcional.

El tercer gran reto que debemos afrontar está relacionado con la sostenibilidad, tanto desde el punto de vista de la utilización racional de materiales como de la reciclabilidad de los mismos. El empleo de materiales no puede seguir creciendo indefinidamente. La Unión europea identifica hasta 30 materiales críticos para la economía europea. Materiales como berilio, bismuto, cobalto, titanio, vanadio, litio, fosfatos, coque, caucho o la bauxita se encuentran entre ellos [7]. En palabras de la propia Comisión Europea, “...(estos materiales) no sólo son esenciales para la producción de una amplia gama de bienes y servicios utilizados en la vida cotidiana, sino también para el desarrollo de innovaciones emergentes, especialmente necesarias en tecnologías más ecoeficientes y productos competitivos a nivel mundial”. Este reto interpela a la fabricación de elementos más eficaces en el cumplimiento de su función (evitar la obsolescencia tecnológica también), y para ello las nuevas técnicas de procesado de materiales van a ser fundamentales; especialmente las tecnologías de fabricación aditiva.

3. EL PAPEL DE LAS SOCIEDADES CIENTÍFICAS

En España, la mayor parte de las Universidades públicas (y parte de las privadas) tiene Departamentos específicos de Ciencia e Ingeniería de Materiales. Así mismo, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), el mayor organismo público de investigación de España, cuenta con 159 grupos de investigación en ciencia y tecnología de materiales, que trabajan en los 14 institutos específicos que se engloban en lo que denomina como *Área Global Materia*. No debemos olvidar tampoco a las distintas Fundaciones, Asociaciones industriales o Centros Tecnológicos repartidos por toda la geografía española. Según la Federación Española de Centros Tecnológicos, tenemos 21 centros que realizan tareas de investigación y apoyo tecnológico en el área de Materiales y Producción (https://fedit.com/categoria_portfolio/materiales-y-produccion-industrial/). Estos datos dan idea del dinamismo e importancia de esta disciplina en el panorama académico e industrial de nuestro país.

En 2010, el Profesor Serratosa realizó un análisis sobre la investigación en Ciencia de Materiales en España en el período de 1980-2010 [8], donde se puso en valor, por primera vez, el impacto que a nivel de publicaciones científicas, generaban los grupos que investigaban en esta disciplina, situándonos en el décimo lugar a nivel europeo. Destacaba en su estudio la importancia del Programa Movilizador de Materiales que lanzó el CSIC en 1985, y que estimuló la investigación de materiales en toda la comunidad científica española mediante el impulso de la organización de las llamadas *reuniones nacionales de materiales*. A raíz de la reunión celebrada en Oviedo en 1993, un grupo de investigadores encabezados por los profesores Alfonso J. Vázquez y José María Serratosa, aunaron esfuerzos para crear lo que posteriormente acabaría siendo (1996) la Sociedad Española de Materiales (SOCIEMAT).

Resultaba sorprendente que, con el nivel existente en términos de calidad y cantidad del personal investigador en esta área, no existiera ninguna entidad que englobase las actividades de los diversos grupos temáticos que existían en España en este ámbito, mientras que en otros países -como en Alemania, por ejemplo, este tipo de sociedades existían desde finales del siglo XIX. No obstante, si existían algunas sociedades sectoriales, como la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, creada en 1960 o algunos grupos especializados pertenecientes a la Real Sociedad Española de Física o Química. En este contexto, la idea fundacional de SOCIEMAT partía de una visión integradora de los materiales, de ser un foro donde personas de distintos campos de investigación tuvieran un lugar para una reflexión compartida, dando lugar a sinergias y nuevas colaboraciones; de difundir el conocimiento existente en nuestro país sobre los distintos grupos que investigaban en Ciencia e Ingeniería de Materiales y de prestar especial atención a la formación de jóvenes investigadores y tecnólogos.

Dos años después de su fundación, SOCIEMAT se integró como socio de pleno derecho en la Federación Europea de Sociedades de Materiales (FEMS), organización que agrupa a 27 sociedades europeas de Ciencia y Tecnología de Materiales, con más de 25.000 afiliados que cubren la práctica totalidad de los campos de investigación en materiales. Completa este perfil internacional su pertenencia a la European Federation of Corrosion (EFC), compuesta por 33 Sociedades de 26 países de Europa. Finalmente, cabe destacar que SOCIEMAT pertenece a la Confederación de Sociedades Científicas Española (COSCE) y tiene convenios de colaboración con otras Sociedades Científicas españolas e iberoamericanas.

La actividad de la Sociedad se centra en la realización de conferencias y cursos en el campo de los Materiales, destacando la organización del congreso Nacional de Materiales, que se organiza con carácter bienal y este año se celebra su edición número XVI. En los últimos años, SOCIEMAT se ha volcado en la organización de eventos de difusión y divulgación, entre los cuales deben mencionarse la edición de una revista en formato electrónico, de nombre Material-ES, que pretende ser un medio de difusión para dar a conocer la actividad realizada por los distintos grupos de I+D+i españoles en el área de los materiales, la cual entra este año en su 6º año de vida. Asimismo, desde SOCIEMAT se ha

impulsado la celebración del Día Mundial de Materiales, con eventos realizados en diversas ciudades de nuestra geografía. En los actos llevados a cabo con este motivo se otorga el Premio SOCIEMAT a la Difusión y Educación Científica en Materiales, que reconoce la labor de difusión llevada a cabo por profesionales de larga y reconocida trayectoria, así como los premios destinados a jóvenes investigadores, el Premio SOCIEMAT Caja Ingenieros Mejor Trabajo Fin de Grado en Ingeniería en Materiales y el Premio SOCIEMAT Mejor Trabajo Fin de Máster en Ingeniería en Materiales. Junto a estas actividades, SOCIEMAT ha emprendido también la organización de ciclos de conferencias online realizadas por expertos en distintos temas de investigación, con un primer ciclo realizado en 2021 y un segundo ciclo en 2022, ambos con 5 conferencias virtuales.

En el último año desde SOCIEMAT se ha puesto en marcha un ambicioso proyecto de divulgación con el objetivo general de llevar el mundo de los materiales a las aulas de Educación Primaria, Secundaria, Bachillerato y Formación Profesional dentro del contexto de las disciplinas STEM (Science, Technology, Engineering and Maths) y fomentar así vocaciones científicas entre los estudiantes de estos cursos (<https://materland.sociemat.es/>). Este proyecto en el que participan 100 investigadores de 28 entidades o centros, es el más ambicioso intento de englobar la mayoría de las actividades de divulgación del campo de los materiales llevadas a cabo en España convirtiendo el proyecto en una gran red nacional de divulgación del campo de los materiales. Una de las actividades que se llevan a cabo es la organización del Primer Congreso Nacional de Divulgación en Ciencia, Tecnología e Ingeniería de Materiales MATER DIVULGA, que se celebrará en el mes de junio en Ciudad Real (<https://materland.sociemat.es/materdivulga/>) y que además de contar con Simposios sobre Divulgación y Educación incluirá un Simposio muy especial para visibilizar el papel de las Mujeres en la Ciencia, Tecnología e Ingeniería de Materiales.

Creemos, por tanto, que la Sociedad Española de Materiales ha conseguido consolidar su misión fundamental de fomentar y difundir la importante labor de investigación y desarrollo que se está llevando a cabo en nuestro país en el marco de la Ciencia, Ingeniería y Tecnología de Materiales.

4. REFERENCIAS

- [1] Materials and Man's Needs: Materials Science and Engineering - Volume I, The History, Scope, and Nature of Materials Science and Engineering, National Academies Press, Washington, D.C., 1975. <https://doi.org/10.17226/10436>.
- [2] C. Vahlas, Materials Science and Engineering in Europe: Challenges and Opportunities, ESF, Strasbourg, 2013.
http://archives.esf.org/fileadmin/Public_documents/Publications/MatSEEC_ChallengesOpportunities.pdf.
- [3] M.F. Ashby, D.R.H. Jones, Engineering materials. 1: An introduction to properties, applications, and design, 4. ed, Butterworth-Heinemann, Oxford, 2012.
- [4] Materials Science and Engineering: Forging Stronger Links to Users, National Academies Press, Washington, D.C., 1999. <https://doi.org/10.17226/9718>.
- [5] M.F. Ashby, Materials selection in mechanical design, 4. ed, Butterworth-Heinemann, Amsterdam Heidelberg, 2011.
- [6] B. Cantor, Multicomponent and High Entropy Alloys, Entropy. 16 (2014) 4749–4768. <https://doi.org/10.3390/e16094749>.
- [7] European Commission. Directorate General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs., Study on the EU's list of critical raw materials (2020): final report., Publications Office, LU, 2020. <https://data.europa.eu/doi/10.2873/11619> (accessed April 11, 2022).
- [8] J.M. Serratos, La investigación en Ciencia de Materiales en España. Evolución en los últimos 30 años, Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio. 49 (6/20101) 129–138.