

PASADO, PRESENTE Y FUTURO DE LA CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

*T. Guraya*¹

¹Escuela de Ingeniería de Bilbao. UPV/EHU. Pº Rafael Moreno Pitxitxi,3. 48013 Bilbao.
teresa.guraya@ehu.eus

Resumen: En las últimas décadas, las principales asociaciones del ámbito de la Ciencia e Ingeniería de Materiales internacionales vienen haciendo hincapié en la necesidad de acelerar el descubrimiento y el desarrollo de materiales que permitan mantener la competitividad de la industria en mercados nuevos y existentes. Esta demanda está conectada con las necesidades que detectan otros sectores que transforman o diseñan con materiales. La idea de un nuevo sistema de innovación de materiales aparece como un nuevo marco de trabajo colaborativo entre los que generan datos fiables y las infraestructuras de análisis de datos para reducir costes de experimentalidad. Este nuevo sistema se sustenta sobre una estrategia interdisciplinar entre ciencias de análisis de datos, optimización de los diseños, escalado de fabricación y automatización, modelado multiescala y cuantificación de incertidumbre con verificación y validación. Y no debe olvidar hacer uso responsable de los materiales e integrar los retos de un desarrollo sostenible.

Palabras clave: innovación en ciencia e ingeniería de materiales, formación interdisciplinar, desarrollo sostenible.

1. INTRODUCCIÓN.

Históricamente, el azar unas veces y, mayormente, el empirismo han sido las rutas más empleadas para desarrollar materiales nuevos, que dieran respuesta a los requerimientos, cada vez más exigentes, para las diferentes aplicaciones. Desde el origen de la humanidad, los materiales han sido fundamentales en el desarrollo de la civilización contribuyendo a las transformaciones en las sociedades humanas y su entorno. Los antropólogos definen los periodos históricos por los materiales que dominaban la tecnología de cada época, Edad de Piedra, Edad de Cobre, Edad de Bronce o Edad de Hierro. Las diferencias en la velocidad de progreso hacia materiales más complejos y la disponibilidad de ellos en cada comunidad han condicionado la calidad de vida de las poblaciones. Y la falta de difusión de la información tecnológica ha generado diferencias entre culturas en todas las épocas históricas. El conocimiento se ha empleado como herramienta de confrontación ya que una sociedad es tan avanzada como lo sean los materiales que emplea [1].

El estudio de los materiales como disciplina para el progreso también ha ido adaptándose a las diferentes épocas. Los metales han tenido una posición dominante como materiales en ingeniería, siendo el acero, por mucho, el más importante en los siglos pasados. Sin embargo, este liderazgo está siendo contestado en muchos campos de aplicación por otros materiales, como los plásticos, cerámicos o materiales compuestos. El desarrollo, reciente en términos históricos, de la Ciencia e Ingeniería de Materiales surge como una mezcla de la metalurgia con la ciencia de polímeros, la física y química inorgánicas, la mineralogía, la tecnología del vidrio y la cerámica y la física del estado sólido, resultando en una de las disciplinas más amplias que incluye el estudio de materiales estructurales y funcionales. Su campo de actuación se define con la generación de conocimiento relativo a la composición,

estructura y procesado de materiales para aplicarlo al diseño de sus propiedades y extender su uso potencial [2].

2. PASADO.

La metalurgia, definida como la ciencia y el arte de procesar y adaptar metales ha sido el pilar básico del desarrollo durante más de 6000 años, desde que el hombre en el neolítico empezó a experimentar con los metales. En el periodo previo a la civilización romana ya se conocían y utilizaban procesos como el moldeo, la fluidificación de caldos metálicos por adición de otros metales o la importancia de controlar el contenido de carbono de los aceros durante el proceso de forja y posteriores tratamientos térmicos. Estos procesos tuvieron desarrollos notables en los periodos griego y romano, aunque el desarrollo de nuevas aleaciones permaneció estancado. Posteriormente, la alquimia experimentó el uso de metales y amalgamas con el objetivo de modificar y controlar propiedades, una forma de trabajar que perduró hasta el siglo XVII. Los siglos XVIII y XIX se caracterizaron por los grandes desarrollos en la industria del hierro y el acero, llegando a denominarse la Edad de la Metalurgia [3]. La metalurgia transformó la economía de las sociedades del modelo agrícola al industrial, con invenciones como la máquina de vapor liderando el cambio. Ya en el siglo XX, el progreso en el conocimiento y comprensión de la naturaleza de los materiales amplió de manera increíble el avance de nuevos materiales y tecnologías para su fabricación.

Sin descartar el enorme efecto con el que los conflictos bélicos o contextos como la “guerra fría” afectan al desarrollo de las sociedades, otros elementos clave como la universalización de la digitalización y su impacto en las tecnologías de obtención y transformación de materiales técnicas por un lado, y de caracterización y análisis de sus propiedades y potencial por otro, han sido los motores del enorme desarrollo de la Ciencia e

Ingeniería de Materiales desde la última mitad del siglo XX.



Figura 1. Forja tradicional para conformado artesanal de hierro.

3.- PRESENTE

En las últimas 4 décadas algunos términos se han convertido en el “must” que todo desarrollo del mundo de la Ciencia e Ingeniería de Materiales debe incluir. Fabricación sostenible, reciclado, recursos y uso de metales de tierras raras, materiales para la carrera espacial o cómo las fluctuaciones de los mercados pueden afectar al uso de materiales en proyectos de diseño, acompañan a los prefijos, “bio”, “eco” o “nano”, copando los recursos y los esfuerzos de los investigadores en los últimos años.

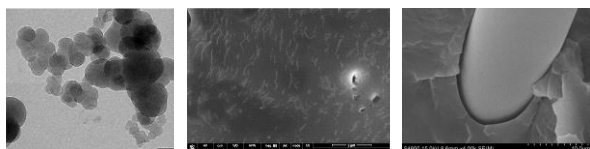


Figura 2. Matrices de bio-polímero reforzadas con micro y nano-partículas de diversa morfología.

Recientemente, el modelizado y la simulación están jugando un papel cada vez más importante; su carácter predictivo es creciente y mejora su fiabilidad; en consecuencia, su valor en la toma de decisiones es cada vez mayor. Ahora bien, para que los modelos tengan resultados se necesita disponer de datos, que no suelen estar disponibles para su uso por la comunidad investigadora. Es por todo ello que en los últimos años han surgido iniciativas para abrir los espacios de colaboración [4,5]. Disciplinas como la caracterización de la estructura de materiales desde la escala macroscópica a la atómica, la mejora de procesos de obtención y procesamiento de materiales, modelizado a diferentes escalas de las relaciones estructura-procesado-propiedades, modelizado de los procesos de transformación, la optimización de los diseños, el uso de estrategias fiables de validación de modelos y otras muchas, deben colaborar de forma interdisciplinar con disciplinas computacionales para el desarrollo de una estrategia avanzada en el desarrollo de nuevos materiales. Esa colaboración puede y debe ir más allá y abordar de forma transdisciplinar los nuevos retos de sostenibilidad que demanda el siglo XXI.

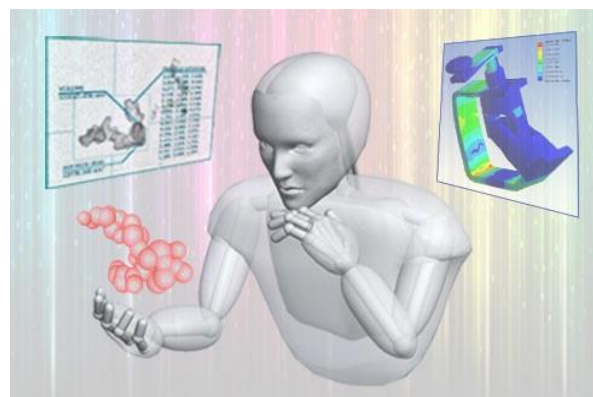


Figura 3. Técnicas de computación aplicadas a la Ciencia e Ingeniería de Materiales.

Esta visión de un sistema de innovación de materiales interconectado no corresponde a la organización tradicional de la investigación en el mundo académico. La desconfianza entre los defensores del empirismo como única forma de progreso consolidado y los defensores del valor de la aportación de otras disciplinas (principalmente derivadas de la computación y el procesamiento de grandes cantidades de información) sigue vigente y limita enormemente la colaboración. Entre sus principales consecuencias está la transmisión de este modelo de conocimiento compartimentado, que en algunas universidades es objeto de debate y en otras se mantiene vigente como criterio de diseño de los contenidos de los programas formativos de los futuros investigadores y profesionales de la Ciencia e Ingeniería de Materiales.

La dirección que debe seguir el desarrollo de la Ciencia e Ingeniería de Materiales debe acompañar a los desarrollos del conjunto de la tecnología. La industria 4.0 puede ser un punto de referencia para el impulso a la fabricación avanzada de materiales, diseñados por y para ello y que aporten mejores prestaciones para un mercado cada día más competitivo. Un avance y un progreso que debe ser coadyuvante del desarrollo sostenible de la sociedad global del siglo XXI.

La aplicación de la computación integrada con la Ciencia e Ingeniería de Materiales representa una visión a largo plazo de la industria, instituciones (entre ellas las universidades) y otros agentes económicos. Se trata de potenciar una cooperación fructífera y leal entre agentes que acelere el descubrimiento y desarrollo de nuevos materiales adaptados a las nuevas tecnologías de fabricación y con mejores propiedades.

4.- FUTURO

Que depara el futuro próximo es difícil de predecir. Más aun pensar a 20 o más años vista. Fabricar materiales en el espacio exterior en ausencia de gravedad, emular la capacidad regenerativa del cuerpo humano, controlar materiales y tecnologías a escala atómica producir y almacenar energía de forma limpia y sostenible en el tiempo, entre otros, aparecen como los próximos retos que otorguen un papel preponderante a la Ciencia e Ingeniería de Materiales en el futuro.

Desde cualquier sector industrial o tecnológico, la forma de enfocar los retos del futuro debería contemplar simultáneamente tres perspectivas; el estado de la tecnología, aspectos medioambientales y de sostenibilidad relacionados con su área de interés y disponibilidad de materiales críticos, materiales de conflicto y acceso limitado a energía. Por ejemplo, ¿es plausible pensar que la sustitución masiva del motor de combustión en automoción por el motor eléctrico es un reto asumible? ¿Hay recursos naturales para acometer ese cambio y cómo afecta las fluctuaciones de precios a la vida de las personas? ¿Existe infraestructura eléctrica para garantizar la recarga de baterías? ¿O se debe pensar en un cambio en el modelo de transporte basado, por ejemplo, en un transporte público de calidad? [6,7].

Todo enfoque para el progreso de la Ciencia e Ingeniería de Materiales debe ir acompañado con la colaboración entre agentes y un nuevo paradigma basado en la transdisciplinaria que impregne el avance en cualquier disciplina. Y para que estos retos puedan abordarse con éxito la formación de los profesionales del futuro, con pensamiento crítico y conciencia de la responsabilidad social, tanto en la generación de conocimiento como en su aplicación a la industria es un elemento fundamental.



Figura 4. Hacia una sociedad sostenible a través de la colaboración inter y transdisciplinaria (cortesía Caterina Bario, Politécnico de Turín).

5.- CONCLUSIONES.

Las nuevas tendencias en el descubrimiento y el desarrollo de materiales nuevos y mejorados requieren poner gran énfasis en el uso combinado de la computación de alto rendimiento y métodos experimentales, así como un enfoque moderno e interdisciplinario de la ciencia de datos.

Avanzar solo será posible si se aprovechan todas las oportunidades de colaboración y se abordan ciertas carencias en la cultura de trabajo. El impulso honesto, leal y comprometido de las instituciones y de la industria, así como la creación de redes de colaboración se revelan como elementos claves para que la Ciencia e Ingeniería de Materiales contribuya al éxito del desarrollo social ahora y para el futuro.

No podemos olvidar la importancia de los sistemas educativos. Adaptar los contenidos de los programas

formativos al tiempo que toca, potenciar la interdisciplinaria y la transdisciplinaria en los estudios como nuevo paradigma de la educación para la sostenibilidad, debe estar en el eje de los sistemas educativos a todos los niveles incluido el profesional y el universitario. La importancia de la ingeniería y de la Ciencia e Ingeniería de Materiales en el progreso de las sociedades se ha descrito en los apartados previos. Y una mirada a la situación del sistema universitario español puede resultar esclarecedor. Según el ranking académico de universidades del mundo, conocido como ranking Shanghai [8], el sistema universitario español solo cuenta con 1 universidad entre los 200 primeros puestos; este número se amplía a 5 universidades en el campo de la Ingeniería y se limita a 3 para el área Ciencia e Ingeniería de Materiales (datos disponibles por campos son del año 2016). Estos datos tienen una tendencia muy diferente en países como EEUU, China o UK, que tienen respectivamente 16, 0 y 3 universidades entre las 20 mejores del mundo; 9, 5 y 2 si se mira al campo de la ingeniería y 10, 5 y 3 respectivamente en el campo Ciencia e Ingeniería de Materiales. Como dijo Loftas [1], ninguna economía industrial moderna es mejor que el mejor de sus materiales. Y por ello no deja de sorprender la menor atención que el sistema universitario español dedica a esta disciplina comparado con otras de la ingeniería.

6.- REFERENCIAS

- [1] Loftas, A.A.G., "Advances in Materials Science", London, Ed. University of London Press, 1966
- [2] Canh, R.W. "The Coming of Materials Science", Oxford, Ed. Pergamon, 2001.
- [3] Skrabec, Q.R.J. "The Metallurgic Age: The Victorian Flowering of Invention and Industrial Science", Jefferson, North Carolina, Ed. McFarland & Co. Inc. 2006.
- [4] Study on Access of SMEs to KETs technological centres (retrieved 20/02/2020 from https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/kets-tools/sites/default/files/library/grow_study_march_2_018-sme_access_to_ket_centres-final_report.pdf)
- [5] Materials Genome Initiative (retrieved 20/02/2020 from <https://www.mgi.gov/>)
- [6] Global EV Outlook 2019. Scaling up the transition to electric mobility. Technology report-May 2019. International Energy Agency (Retrieved 20/02/2020 from <https://www.iea.org/>).
- [7] Ortner N., Ryghaug M., Should All Cars Be Electric by 2025? The Electric Car Debate in Europe, Sustainability, 11, 1868, 2019
- [8] ShanghaiRanking's Academic Ranking of World Universities 2019 (retrieved 20/02/2020 from <http://www.shanghairanking.com/index.html>)