

## TALLERES DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA, UNA HERRAMIENTA PARA LA COMUNICACIÓN DE LA CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

*J.A. Padilla<sup>1,2</sup>, J. Díaz-Marcos<sup>1,3</sup>*

<sup>1</sup>Departamento de Ciencia de los Materiales y Química Física, Facultad de Química, Universitat de Barcelona, C/Martí i Franquès, 1, 7<sup>a</sup>, 08028 – Barcelona, japadilla@ub.edu

<sup>2</sup>Grupo de Innovación Docente Consolidado en la mejora de la docencia en Estructura, Propiedades y Procesado de los Materiales (GIDC-ePPM), Departamento de Ciencia de los Materiales y Química Física, Facultad de Química, Universitat de Barcelona, C/Martí i Franquès 1, 7<sup>a</sup>, 08028, Barcelona

<sup>3</sup>Centros Científicos y tecnológicos de la Universidad de Barcelona (CCiTUB), C/Lluís Solé i Sabaris 1, 08035, Barcelona

**Resumen:** Los talleres de divulgación científica son excelentes escaparates para comunicar ciencia de una manera entretenida sin perder el rigor científico. En las edades educativas de primaria y secundaria se fomentan las vocaciones científicas y en edades preuniversitarias se promueven futuras carreras científicas en ciencia e ingeniería de materiales. Se presenta en este trabajo un breve resumen de un taller que intenta cumplir estos dos objetivos.

**Palabras clave:** Divulgación científica, Comunicación científica, Talleres científicos, Ciencia e Ingeniería de Materiales.

### 1. LA DIVULGACIÓN EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES.

Tal cómo expone José Manuel López Nicolás, “una de las labores profesionales que debe desarrollar un científico es la de divulgar la ciencia. ¿Significa eso que todos los científicos estamos obligados a divulgar? No, hay otras labores también importantes...”. [1] Cabe preguntarse entonces porque es importante la divulgación científica. Esta es una herramienta muy potente para fomentar las vocaciones científicas y transmitir de una forma rigurosa y atractiva la ciencia y la tecnología a la sociedad. ¿Por qué es interesante entonces fomentar las vocaciones científicas? En primer lugar, porque generalmente las sociedades más avanzadas, son aquellas donde la ciencia es más reconocida e importante. En segundo lugar, porque se convierte en “una inversión de futuro” o, haciendo un símil, es como plantar una semilla que en el futuro se convertirá en un árbol. Algunos estudios [2] marcan la primaria como la mejor época para alimentar las vocaciones científicas. Conseguir que esas vocaciones científicas acaben en una ingeniería de materiales hoy en día es un reto ya que existe una gran diversidad de carreras científicas existentes además de que en el futuro tendremos una demanda creciente de carreras y puestos de trabajo tecno-científicos, con especial énfasis a los relacionados con las disciplinas STEM. [3] Es imprescindible por lo tanto influir también en el rango de edad de elección de carrera.

Cabe preguntarse entonces: ¿Qué vía seleccionaremos para comunicar la ciencia? y ¿Con qué recursos podremos trabajar? Las universidades van invirtiendo cada vez más en divulgación creando sus unidades de cultura científica y de la innovación, pero el pequeño peso de las actividades de divulgación en el C.V. y los concursos de plazas de un investigador siguen frenando la participación de éstos en este tipo de actividades.

Hoy en día, además, estamos viviendo una revolución en la comunicación científica de masas, con herramientas 2.0 como Youtube, con grandes ejemplos como Edu Saiz de Cabezón (Derivando) o José Luis Crespo (Quantum Fracture) con millones de visualizaciones; blogs de divulgación científica como SCIENTIA, Naukas, grandes eventos de divulgación como Naukas, Desgranando Ciencia, o el Festival 10alamos9, programas televisivos de divulgación como Orbita Laika, e incluso libros de divulgación. Una de las principales fuentes de financiación de estas herramientas, y muchas más, es la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología en el ámbito del fomento de la cultura científica, tecnológica y de la innovación. [4]

Otra herramienta eficiente y cercana para la divulgación científica, mucho menos masiva, son los talleres de recreación científica. Según un estudio de García-Guerrero, [5] el objetivo principal de estos talleres es construir comunidades que crean experiencias significativas, para que los participantes se involucren con la ciencia de manera práctica. Esto desencadena procesos en los que actuar y conocer van de la mano para involucrar a cada persona como un todo. El taller científico es una herramienta que permite introducir la ciencia de forma experimental, directa, personal, abierta, dinámica y que automáticamente despierta el interés de los asistentes por la ciencia y la investigación, mediante la realización de actividades prácticas y participativas. Siempre acompañados de rigurosidad científica y lenguaje entendible. En este artículo, explicamos un caso de éxito, el taller *Materializa't* que sirve como ejemplo de taller científico con el que, además de despertar vocaciones científicas, se intenta dar a conocer a la ciencia e ingeniería de materiales de una forma clara, entretenida y rigurosa.

### 3. EL TALLER MATERIALITZA'T.

Este taller se creó para poder realizar actividades de divulgación científica sobre ciencia e ingeniería de materiales desde la sección departamental de Ciencia e Ingeniería de Materiales de la Universitat de Barcelona (UB).

La primera vez que se presentó fue en el 2016, en el marco del I Festival 10alamos9.[6] Desde entonces se ha presentado en más de 20 eventos diferentes de divulgación científica, ya sea a nivel local (*Festa de la Ciència, Festa de la Ciència* de la UB, etc.) nacional (Festival 10alamos9) como internacional (*Pint of Science, Research Night* y *YOMO: The Youth Mobile Festival*).

El nombre del taller es un elemento clave de cara a hacer visible el taller dentro de la oferta disponible en un evento de divulgación científica. Los diferentes nombres usados han sido: *Keep Calm, become a material engineer and use nanomaterials, Keep Calm, and Materialize yourself, Materialitza't com a jove enginyer o enginyera de materials* o *Materialitza't*.

Desde 2016, han pasado por el taller entre 1500 y 2000 personas con edades comprendidas entre los 5 hasta más de 70 años. El rango de edad predominante se sitúa entre los 10 y los 18 años siendo el rango de edad objetivo que más nos interesa de los 16 a los 18, en el cual el alumno escoge la carrera universitaria a cursar.

La coordinación, desarrollo y guionización del taller es otro de los elementos claves. El amplio abanico de perfiles desde estudiantes del grado de Ingeniería de Materiales hasta profesores catedráticos aporta diferentes puntos de vista con los que trabajar.

El taller en su totalidad es una suma de módulos experimentales independientes centrados en ciencia e ingeniería de materiales, todos ellos acompañados de diferentes pósteres plastificados tamaño A3, didácticos y divulgativos.

#### 3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS MÓDULOS.

##### 3.1.1 SUPERCONDUCTIVIDAD.

La superconductividad es un fenómeno en el cual, por debajo de una cierta temperatura denominada "crítica", los materiales experimentan una transición al estado superconductor. Esta se caracteriza por dos fenómenos: en primer lugar, no ofrecen resistencia al paso de la corriente eléctrica y, en segundo lugar, los campos magnéticos no penetran en el superconductor, siempre que esos campos sean lo suficientemente débiles, permaneciendo estos campos en su superficie.

El material de este módulo consta de: vasos de cartón, un Dewar para nitrógeno líquido, guantes criogénicos, un kit de superconductividad, un kit sobre diamagnetismo, diversos imanes de Nd, un tubo de cobre, un soporte universal de laboratorio, pinza y nuez. Este es sin duda el módulo con un coste más elevado. El kit de superconductividad ronda los 200 € [7] al igual que el Dewar, un KGW Isotherm 1211 de 1 L de capacidad y

los guantes para líquidos criogénicos. El kit sobre diamagnetismo tiene un coste de unos 15 €.[8]

En este módulo se dan a conocer las propiedades magnéticas y eléctricas de los materiales superconductores y las principales aplicaciones derivadas. Se introducen conceptos relacionados con el magnetismo, los materiales y su relevancia en el sector de la energía, así como conceptos relacionados con los materiales funcionales.

##### 3.1.2 PROPIEDADES MECÁNICAS Y FRÍO.

La temperatura es un factor que puede modificar en gran medida el comportamiento mecánico de los materiales. Los dos ejemplos más claros, la temperatura de transición vítrea en polímeros amorfos o la temperatura dúctil/frágil que presentan, por ejemplo, metales con estructura cúbica centrada en el cuerpo.

El material de este módulo consta de gomas de borrar marca Milan tipo 430 y gomas elásticas. Este módulo comparte el Dewar, los guantes criogénicos y el nitrógeno líquido del módulo anterior. Es el módulo con el coste más bajo.

La idea principal de este módulo es poner de relieve, en paralelo a las propiedades mecánicas de los materiales, la importancia de las condiciones de trabajo a las que un material se ve sometido.

##### 3.1.3. HIDROFOBICIDAD.

La superficie de un material es la zona que interacciona con el exterior y tiene una importancia capital en los biomateriales y en un amplísimo número de aplicaciones de muchos materiales y procesos de fabricación.

El material de este módulo está formado por baldosas cerámicas blancas de 20x20x0,5 cm, láminas de cobre y acero de 4x8x0,3 cm con y sin recubrimiento superhidrofóbico, un vaso de precipitados de 250 ml, pipetas Pasteur de 10 ml, indicador de pH (Azul de Bromotimol) y una pletina de cloruro de polivinilo de 60x10x0,3 cm. Algunas muestras son de investigación proporcionadas por los grupos CPT y CPCM y las baldosas son una donación de la empresa Reformas Padijovi S.L. Las piezas de cobre y acero son material de docencia dentro del grado de Ingeniería de Materiales. Un ejemplo de sinergias con el sector privado y con los propios grupos de investigación de la sección departamental. El producto utilizado para obtener el recubrimiento superhidrofóbico, el Ultra Ever Dry distribuido en España por Tap-Iberica S.L.[9], tiene un coste aproximado de unos 200 €. A pesar de su precio, la cantidad de producto necesaria para obtener las superficies recubiertas es muy baja y su durabilidad muy alta.

Este módulo permite poner de relieve la importancia de la superficie en el mundo de los materiales. También permite explicar conceptos como la mojabilidad, la biomimética, la oxidación, el ángulo de contacto y qué es y cómo funcionan los recubrimientos o las pinturas.

##### 3.1.4. CEMENTOS BIOSOSTENIBLES.

Dentro de los materiales empleados para la construcción, el cemento Portland destaca a nivel de impacto en la sostenibilidad por ser el origen de casi el 10% de todo el CO<sub>2</sub> que se genera a nivel mundial. Este problema es una de las razones del desarrollo de materiales de construcción más biosostenibles.

El material de este módulo consta de: pequeños botes de plástico de 25 ml de volumen con una mezcla ya preparada (10 g) de MgO/KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> al 60/40 %w, una botella de agua oxigenada del 33% w/v, pipetas Pasteur de 10 ml y palitos de madera para mezclar. Se disponen de diversas muestras de 20x20x3 cm de diferente grado de porosidad proporcionadas por el grupo DIOPMA. El óxido de magnesio usado es un subproducto generado y donado por la empresa Magnesitas Navarras S.L. y que se usa como material de investigación en el grupo DIOPMA. Otro ejemplo de colaboración con el sector privado.

Que el ~10% de todo el CO<sub>2</sub> que se genera en el mundo es debido a la producción del cemento Portland es un dato que desconocen la mayoría de las personas que asisten al módulo. Además de poner en contexto este dato, este módulo (**Figura 1**) permite explicar que son los materiales de construcción. A su vez, ponemos de relieve el interés por la fabricación de nuevos cementos que no generen CO<sub>2</sub> y que presenten nuevas propiedades aislantes, termorreguladoras, etc.



**Figura 1.** Módulo de Cementos Biosostenibles.

### 3.1.5. BIOMATERIALES.

Los biomateriales tienen que actuar interfacialmente con sistemas biológicos con el fin de evaluar, tratar, aumentar o substituir algún tejido, órgano o función del organismo. Pueden ser tanto cerámicos, metálicos, o poliméricos como compuestos, de origen natural o sintético.

El material de este módulo está formado por una fuente de alimentación KKmoon 0-60V 0.5A, un vaso de precipitados de 250 ml de plástico, 1/2 L de una disolución de ácido fosfórico al 40%, 1/2 L de una disolución de H<sub>2</sub>O/HNO<sub>3</sub>/HF al 50/45/5 en volumen, una barra de titanio de 7 cm de largo, implantes dentales de titanio cortesía de Phibo Dental Solutions S.L. usados para el anodizado y una caja a modo de muestrario con implantes dentales de diferentes colores obtenidos por anodizado. También utilizamos muestras de diferentes biomateriales usados en docencia dentro del grado de

Ingeniería de Materiales (**Figura 2**). Respecto al coste del taller, la inversión más elevada, unos 90 €, corresponde a la fuente de alimentación. Los implantes dentales, una vez usados, se pueden reusar una y otra vez limpiándolos con la disolución de H<sub>2</sub>O/HNO<sub>3</sub>/HF al 50/45/5 en volumen. El poco uso que se hace de las disoluciones permite una durabilidad elevada.



**Figura 2.** Módulo de Biomateriales y anodizado electroquímico.

Además de explicar qué es y qué características presenta un biomaterial, se pone de relieve la relación entre el aumento de nuestra esperanza de vida y el uso de los biomateriales. Se introduce también el concepto de proceso electroquímico, además de explicar la relación entre el color obtenido en el implante y la nanociencia ya que, según la diferencia de potencial aplicada durante el anodizado, se consigue un espesor específico de TiO<sub>2</sub> de escala nanométrica que determina el color final.

### 3.1.6 MANUFACTURA ADITIVA.

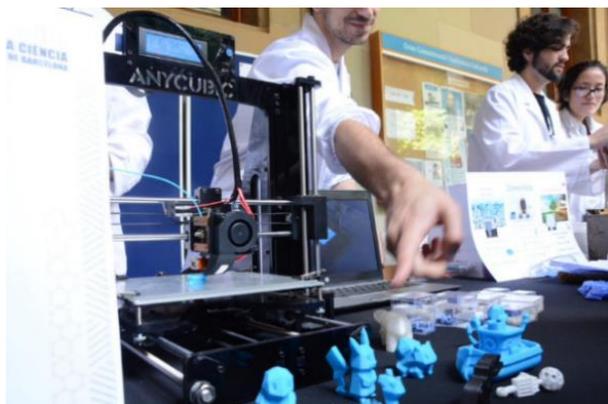
La fabricación aditiva se puede definir como el proceso de unión de materiales para construir objetos a partir de un modelo tridimensional, el cual se divide en capas que serán impresas una a una.[10] Existe un gran número de técnicas distintas que permiten obtener piezas de todos los tipos de materiales posibles.

El material de este módulo se compone de una impresora i3 marca Anycubic tipo *Fused Deposition Modeling* (FDM), diferentes hilos de ácido poliláctico (PLA) y una serie de muestras tanto metálicas, cerámicas como poliméricas impresas mediante FDM y otras técnicas a modo de muestrario (**Figura 3**). Tanto la impresora como muchas de las muestras son usadas dentro del propio grado de Ingeniería de Materiales. Lo más caro de este módulo (aprox. 200 €) es la impresora [11] y los hilos de PLA, unos 30 € cada uno.

El objetivo principal en este módulo es dar a conocer la fabricación aditiva, la gran variedad de técnicas disponibles, la capacidad de obtener piezas tanto metálicas, cerámicas como poliméricas y a su vez, poner en contexto la gran revolución que va a implicar su uso.

### 3.2. ELEMENTOS DE COMUNICACIÓN CIENTÍFICA APLICADOS EN EL TALLER.

Hay tres elementos a considerar de cara a despertar vocaciones científicas, dar a conocer la ciencia y la ingeniería de materiales y promover el grado de Ingeniería de Materiales



**Figura 3.** Módulo de fabricación aditiva.

El primer elemento lo resume de manera clara José Manuel López Nicolás en su último libro “Un científico en el supermercado: “Si un divulgador no se emociona con lo que cuenta, jamás llegará al corazón de sus lectores. El éxito de la divulgación científica depende mucho de la razón, pero también del corazón”. El tallerista se tiene que convertir en un motivador, pero ha de compartir protagonismo con los asistentes para que estos se sientan involucrados en el desarrollo científico del taller.

El segundo elemento tiene que ver con el hecho de que, para conectar con la gente joven (nuestro público objetivo), es preferible que los talleristas sean gente joven. Los estudiantes de máster y doctorado son el perfil que mejor encaja.

El tercer elemento lo resume de manera brillante la frase *Il messaggero non è importante* de la película *Stigmata* (1999). Tan importante es la persona como la manera de explicar las cosas, es decir, usar herramientas comunicativas que faciliten la comunicación del taller, por ejemplo, una historia, una anécdota, etc. Una buena manera de abordar este tema es aplicar el concepto de las 3C que se recomienda a todo participante del concurso FAMELAB de monólogos científicos.[12] La primera C, el contenido. Hemos de dar un contenido acompañado de rigurosidad científica, pero de lenguaje entendible. La segunda C, el carisma. Es muy importante desarrollar la capacidad comunicativa del tallerista, la capacidad de entretener y de captar la atención del oyente. La tercera y última C, la claridad.

La duración de cada uno de los módulos depende siempre del número de participantes, del tipo de evento, público, etc. Siempre bajo la premisa de que tiene que ser corto, para no entrar en la zona en la que la atención disminuye.

#### 4. IDEA DE FUTURO

Una de las ideas a corto plazo es seguir implementando el taller, tanto a nivel de materiales usados como de nuevas propuestas.

Hay muchos otros ejemplos de talleres de divulgación sobre ciencia e ingeniería de materiales como por ejemplo, el que realizan por parte de la Universitat Politècnica de Catalunya y a cargo del profesor Emilio Jiménez-Piqué titulado “una maleta llena de materiales”. Este taller permite trabajar sobre el concepto de que los

materiales pueden y deben ser tocados y manipulados, presentando diversos casos prácticos de manera que los asistentes pueden tocar dichos materiales. Reciclaje, biomateriales, materiales para automoción, envases, así como nuevos materiales. Y de nuevo, al poder interactuar con el público se mejora la percepción de la importancia de los materiales que, al fin y al cabo, forman parte de todos los objetos cotidianos.

Quizás uno de los hándicaps de los talleres es que sólo influyen durante cortos períodos de tiempo. Una posibilidad es transformar el taller en un producto que pudieran usar los profesores en los institutos, como la maleta sobre nanociencia que se usa en el proyecto NanoEduca.[13]

No obstante, los talleres de divulgación científica seguirán siendo una excelente herramienta para despertar vocaciones científicas, dar a conocer la ciencia e ingeniería de materiales a los alumnos y a la sociedad y promover el grado de Ingeniería de Materiales.

#### 6.- REFERENCIAS.

- [1] “El Blog de Next Door Publishers.” [Online]. Available: <https://bit.ly/3cGW8xt>. [Accessed: 04-Jan-2020].
- [2] F. E. para la C. y la Tecnología, “¿Cómo podemos estimular una mente científica?” [Online]. Available: <https://bit.ly/3eHjIsc>. [Accessed: 17-Mar-2020].
- [3] Y. Xie, M. Fang, and K. Shauman, “STEM Education,” *Annu. Rev. Sociol.*, vol. 41, no. 1, pp. 331–357, 2015.
- [4] “Convocatoria de ayudas para el fomento de la cultura científica, tecnológica y de la innovación.” [Online]. Available: <https://bit.ly/2VW4db1>. [Accessed: 23-Mar-2020].
- [5] M. García-Guerrero and B. V. Lewenstein, “Science recreation workshops groups in Mexico: a study on an emergent community,” *Int. J. Sci. Educ. Part B Commun. Public Engagem.*, vol. 10, no. 2, pp. 133–148, 2020.
- [6] “Festival de Nanociencia y Nanotecnología.” [Online]. Available: <https://bit.ly/3ar470q>. [Accessed: 25-Jan-2020].
- [7] “Can Superconductors.” [Online]. Available: <https://bit.ly/3eCLppX>. [Accessed: 26-Feb-2020].
- [8] “American Science & Surplus.” [Online]. Available: <https://bit.ly/2RZ7uFj>. [Accessed: 03-Feb-2020].
- [9] “Tap Iberica.” [Online]. Available: <https://bit.ly/3aviksW>. [Accessed: 10-Feb-2020].
- [10] “Standard Terminology for Additive Manufacturing Technologies F2792-12a.” [Online]. Available: <https://bit.ly/2VMIIQu>. [Accessed: 03-Mar-2020].
- [11] “Anycubic.” [Online]. Available: <https://bit.ly/2yCmdPu>. [Accessed: 07-Mar-2020].
- [12] “FameLab.” [Online]. Available: <https://bit.ly/2zfWnRL>. [Accessed: 31-Jan-2020].
- [13] “NanoEduca.” [Online]. Available: <https://bit.ly/34TA409>. [Accessed: 07-Mar-2020].