



**MEMORIA FINAL DEL PROYECTO**

**“Motivación a la Ingeniería con enfoques  
CHAT (Ciencia, Historia, Arte y Tecnología)”**

Financiado por:

Obra Social “laCaixa”

en colaboración con la Fundación José Antonio de Artigas

Realizado por:

**Grupo de Innovación Educativa  
de “Didáctica de la Química”,**

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales,  
Universidad Politécnica de Madrid

Diciembre de 2016

## Introducción

En abril de 2016 La Obra Social “LaCaixa” realizó una donación de 2.800 € a la Fundación José Antonio Artigas para financiar el proyecto titulado *Motivación a la Ingeniería con enfoques CHAT (Ciencia, Historia, Arte y Tecnología)*. Dicha Fundación lo canalizó a través del Grupo de Innovación Educativa de Didáctica de la Química (Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid) para financiar el citado proyecto.

El equipo que ha dirigido el proyecto está formado por Gabriel Pinto Cañón (Coordinador), José Vicente Alonso Felipe (Director) y Francisco Díaz Muñoz (Director artístico). Con esta Memoria dicho equipo, además de justificar las actividades realizadas y el gasto llevado a cabo sobre la donación recibida, pretende **agradecer la generosidad de la Obra Social “laCaixa”** que ha permitido desarrollar muy satisfactoriamente no solo las acciones previstas en un principio, sino otras adicionales con el mismo **objetivo: acercar la Ciencia y la Tecnología al público general y a las nuevas generaciones en particular.**

En esencia las actividades realizadas han consistido en:

- Impartición de **talleres formativos y realización de experimentos divulgativos** sobre la importancia de la química y la tecnología en la vida cotidiana.
- **Presentación de trabajos y obtención de dos distinciones en el certamen internacional de Ciencia en Acción** de 2016.
- **Preparación y difusión de documentos** en los que se pone en valor y se explican aproximaciones **para aprender ciencia y tecnología de forma contextualizada** (a nivel histórico, artístico y otros aspectos). En concreto, y entre otros, se abordaron cuestiones como: introducción a la química, historia y aplicaciones de los explosivos mediante una colección de cuadros de calendarios; temas de química, física e historia en torno a las Conferencias Solvay de principios del siglo XX; e introducción a conceptos fisicoquímicos (ósmosis, desalación del agua de mar por ósmosis inversa, enfriamiento por evaporación de agua, corrientes termohalinas de los océanos, etc.).
- **Organización de una jornada para profesores de distintos niveles educativos** sobre “Temas actuales y retos en la Enseñanza de la Química”.
- **Elaboración y difusión de manuales de carácter técnico y divulgativo.** Orientados para personal técnico especializado, pero también para el público general.

Encontraron gran aceptación, como se demuestra por los números de descargas de los documentos hasta la fecha, según se especifica más adelante.

**- Otras iniciativas.**

Aparte de describir estas acciones con distinto grado de detalle, se recoge en esta Memoria un epígrafe donde se incluye el balance económico del proyecto global.

**1.- Impartición de talleres formativos y realización de experimentos divulgativos sobre la importancia de la química y la tecnología en la vida cotidiana**

Una de las labores más relevantes del proyecto ha sido la difusión y divulgación del cometido de la ciencia y la tecnología, a través de ejemplos concretos, y dirigido a público diverso: alumnos universitarios de la Universidad Politécnica de Madrid, alumnos de educación primaria, secundaria y bachillerato, y público general. Entre otros, se destacan los siguientes talleres formativos y conferencias al respecto.

- Jornada de **orientación UPM para alumnos de bachillerato**. Tres grupos de alumnos (cerca de 150 en total). E.T.S. de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid. 21 enero 2016.
- Realización de talleres (4 horas de duración cada uno) sobre “**Química en acción: una ciencia fundamental para las ingenierías**”, dentro del programa de Fomento de Vocaciones Tecnológicas en la Comunidad de Madrid, en el que colaboraron también la Fundación Universidad-Empresa y la Universidad Politécnica de Madrid:
  - Colegio Internacional Aravaca (62 alumnos de primaria, ESO y bachillerato), Aravaca (Madrid), 19 febrero 2016.
  - Colegio Leonardo da Vinci (37 alumnos de ESO y bachillerato), Morazarzal (Madrid), 26 febrero 2016.
  - Colegio María Auxiliadora (30 alumnos de bachillerato), Madrid, 4 marzo 2016.
  - Colegio Mirasur (40 alumnos de bachillerato), Pinto (Madrid), 8 abril 2016.
  - I.E.S. Calderón de la Barca (68 alumnos de ESO y bachillerato), Madrid, 6 mayo 2016.

- Impartición del taller **“Física y química en la vida cotidiana”**, dentro de las actividades de la UPM en la VI Edición de las Jornadas “Con Ciencia en la Escuela”, organizadas por la Fundación Hogar del Empleado (FUHEM) y el Círculo de Bellas Artes de Madrid, para público general. Madrid, 9-10 marzo 2016.
- **“Colorful chemistry”**. Demostraciones sobre aplicaciones de química, dentro de la Jornada *“Industriales Research Meeting”* para profesores y estudiantes universitarios y público general. E.T.S. de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid. Asistieron cerca de 200 personas. 20 abril 2016.
- Realización de **experimentos divulgativos sobre “Química aplicada”** para alumnos de educación primaria del I.E.S. Ramiro de Maeztu de Madrid (4 grupos de 25 alumnos cada uno). E.T.S. de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid. 13 junio 2016.
- **“En un lugar de la química...”**, dentro de las actividades de la Semana de la Ciencia de Madrid en la UPM. 5 talleres impartidos a cerca de 200 alumnos de centros educativos de la Comunidad de Madrid. E.T.S. de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid. 7 a 20 noviembre 2016.

## **2.- Presentación de trabajos y obtención de dos distinciones en el certamen internacional de Ciencia en Acción de 2016.**

Tras conseguir la clasificación para la fase final del certamen de Ciencia en Acción, presentando los trabajos pertinentes (video, materiales publicados, esquemas, etc.), se expusieron los trabajos titulados: *“Las Conferencias Solvay: una oportunidad para la didáctica”* y *“Química de cine: cómo aprender ciencia indagando sobre Efectos Especiales”* en Algeciras (Cádiz), los días 7 a 9 de octubre de 2016.

El mencionado certamen está organizado, de forma anual, y desde hace 17 años, por el Centro superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Fundación Lilly, Sociedad Española de Bioquímica, Sociedad Geológica de España, Real Sociedad Española de Física y otras sociedades.

La fase final consistió en la exposición, durante tres días, de los trabajos citados, al público que acudió a Algeciras (colegios, familias...). Se estima que pasaron por las actividades descritas cerca de 400 personas.

Los dos trabajos fueron merecedores de una mención de honor (segundo premio) cada uno de ellos. A modo de ejemplo de su impacto, se destacan los comentarios recibidos por la concesión de los premios antes mencionados:

- En la modalidad de *Trabajos de divulgación científicas: libros, revistas y redes sociales*, por el trabajo titulado “Las Conferencias Solvay: una oportunidad para la didáctica”. Comentario del jurado: *Por presentar a través de documentos de gran valor histórico el origen de la cultura científica y el valor de abrir y debatir la ciencia desde diferentes perspectivas y disciplinas.*
- En la modalidad de *Experimentos de química*, al trabajo titulado “Química de cine: cómo aprender ciencia indagando sobre Efectos Especiales”. Comentario del jurado: *Por usar un tema atractivo como es el cine para explicar conceptos de química y demostrar que la ciencia está en nuestra vida cotidiana.*

### **3.- Preparación y difusión de documentos en los que se pone en valor y se explican aproximaciones para aprender ciencia y tecnología de forma contextualizada (a nivel histórico, artístico y otros aspectos).**

Para uso de profesorado, divulgadores de la ciencia y público interesado en estos temas, se han publicado durante este año, en relación con el proyecto, varios trabajos. Los títulos son indicativos de los tópicos abordados y para un mayor conocimiento, se indica que son accesibles, por ejemplo, en la dirección Web:

[https://www.researchgate.net/profile/Gabriel\\_Pinto3/contributions](https://www.researchgate.net/profile/Gabriel_Pinto3/contributions)

Estos trabajos son:

- “La ósmosis: de la preparación de pepinillos a la desalación del agua de mar”. G. Pinto. *Web de Divulgación Científica Naukas*. Enero 2016. <http://naukas.com/2016/01/27/la-osmosis-de-la-preparacion-de-pepinillos-a-la-desalacion-del-agua-de-mar/>
- “Un frigorífico de cerámica: ciencia y técnica en acción”. G. Pinto. *Web de Divulgación Científica Naukas*. Febrero 2016. <http://naukas.com/2016/02/01/26083/>
- “La colección MAXAM de pinturas y su enfoque divulgativo”. G. Pinto, A. Garrido. *Web de Divulgación Científica Naukas*. Marzo 2016. <http://naukas.com/2016/03/02/la-coleccion->

maxam-de-pinturas/

- “Formación en Competencias: Ejemplos de Recursos Químicos Contextualizados”. G. Pinto, M. Martín, M.T. Martín. *CDL-Revista del Ilustre Colegio Oficial de Doctores y Licenciados en Filosofía y Letras y en Ciencias*, en prensa.
- “Una aproximación a la Historia de la Enseñanza de la Química en España en Niveles No Universitarios”. M. Martín, G. Pinto, M.T. Martín. *Anales de Química*, en prensa.
- “Química y física de algunos efectos especiales en cinematografía: Una propuesta educativa y para la divulgación”. G. Pinto, M.L. Prolongo, J.V. Alonso. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, enviado a publicar en diciembre de 2016.
- “Química de cine: cómo aprender ciencia indagando sobre efectos especiales”. G. Pinto, M.L. Prolongo, J.V. Alonso. *Experimentos de Ciencia en Acción. Universitat Politècnica de Catalunya* (2016). [http://www.cienciaenaccion.org/es/2016/experimento-430/quimica-de-cine-como-aprender-ciencia-indagando-sobre-e.html#!prettyPhoto\[mixed\]/0/](http://www.cienciaenaccion.org/es/2016/experimento-430/quimica-de-cine-como-aprender-ciencia-indagando-sobre-e.html#!prettyPhoto[mixed]/0/)
- “Armas químicas: un tema para la formación en competencias”. M. Martín Sánchez, G. Pinto, M.T. Martín Sánchez, J.M. Hernández. En el libro “IV Congreso de Docentes de Ciencias: *Jornadas sobre Investigación y Didáctica en ESO y Bachillerato*”, M. González Montero de Espinosa, A. Baratas Díaz y A. Brandi Fernández (Editores). Ed. Santillana, Madrid (2017). En edición.
- “Enfriamiento del agua en recipientes porosos: un recurso para la formación en competencias”. G. Pinto, M. Martín Sánchez, M.T. Martín Sánchez. En el libro “IV Congreso de Docentes de Ciencias: *Jornadas sobre Investigación y Didáctica en ESO y Bachillerato*”, M. González Montero de Espinosa, A. Baratas Díaz y A. Brandi Fernández (Editores). Ed. Santillana, Madrid (2017). En edición.
- “Un taller sobre química e ingenierías para fomentar los estudios tecnológicos”. G. Pinto. *EducaWeb*. ISSN: 1578-5793. 21 de julio de 2016. Accesible en la dirección Web: <http://www.educaweb.com/noticia/2016/07/18/taller-quimica-ingenierias-fomentar-estudios-tecnologicos-9489/>
- “Análisis de la Dificultad de los Alumnos para Resolver Problemas de Química: Estudio de un Caso de Balance de Materia”. G. Pinto. *Anuario Latinoamericano de Educación Química*, 31, 102-109 (2015-2016).

- “Química en Acción: una Ciencia Fundamental para las Ingenierías. Desarrollo de un Taller para Estudiantes Preuniversitarios”. G. Pinto, M. Gómez-Gutiérrez, A. Martínez-Díaz. *Anuario Latinoamericano de Educación Química*, 31, 120-125 (2015-2016).
- “*Chemistry and Explosives: an Approach to the Topic through an Artistic and Historical Contribution made by a Spanish Global Supplier*”. G. Pinto, A. Garrido-Escudero. *Journal of Chemical Education*, 93, 103-110 (2016).
- “Las Conferencias Solvay de Física y de Química: Oportunidades para Enfoques Didácticos”. Parte II. G. Pinto, M. Martín, M.T. Martín. *Revista Con Ciencias*, 17, 4-21 (2016).
- “Identificación y Comprensión de la Estructura y el Tipo de Enlace”. G. Pinto. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 86, 28-33 (2016).
- “La Conferencia Solvay de 1913: Un Avance en el Conocimiento sobre la Estructura de la Materia”. G. Pinto, M. Martín, M.T. Martín. *Revista Española de Física*, 30(2), 42-46 (2016).

#### **4.- Organización de una jornada para profesores de distintos niveles educativos sobre “Temas actuales de Didáctica de la Química”.**

Durante el año 2016 se ha preparado una jornada para que profesores de distintas etapas educativas e instituciones de diversas zonas de España, compartan experiencias en torno a la enseñanza de la química en particular y de la ciencia en general. Tendrá lugar el 25 de enero de 2017, en el Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad Politécnica de Madrid. Hasta la fecha se han inscrito cerca de 30 profesores. Más información al respecto puede encontrarse en la dirección Web:

<http://www.ice.upm.es/Actividades/informacion/actividad.asp?a=2085&i=1>

#### **5.- Elaboración y difusión de manuales de carácter técnico y divulgativo.**

A lo largo de este año, y dentro de este proyecto global, se han elaborado los siguientes manuales, con interés para profesionales del sector y del público general. Al generarse sin ánimo de lucro, están disponibles y en acceso libre, a través de la Biblioteca digital de la UPM. Como se indica en cada caso, han recibido hasta la fecha un buen número de descargas.

- “Pinturas, barnices y afines: composición, formulación y caracterización”. J. Vicente Alonso (2016). *Archivo Digital Politécnica*, <http://oa.upm.es/39501/>, Número de descargas hasta diciembre de 2016: 2.135.
- “Manual control de calidad en productos textiles y afines”. J. Vicente Alonso (2016). *Archivo Digital Politécnica*, <http://oa.upm.es/38763/>, Número de descargas hasta diciembre de 2016: 3.201.
- Elaboración del manual de prácticas: Prácticas con técnicas instrumentales de análisis físico-químico en laboratorios industriales. J. Vicente Alonso (2016). *Archivo Digital Politécnica*, <http://oa.upm.es/42341/>, Número de descargas hasta diciembre de 2016: 348.

## 6.- Otras iniciativas.

Además de todo lo anterior, también se han empleado los recursos del proyecto para realizar una serie de conferencias, cursos para profesores y participaciones en congresos, con lo que se tuvo la oportunidad de compartir las experiencias con personal especializado de otras instituciones, no solo de España sino también de otros países. Se destacan:

- Congresos y seminarios:
  - ✓ Mesa redonda sobre “Estudios universitarios de ciencias y de ingeniería”. Jornada “Oriéntate” para alumnas de bachillerato, con idea de ayudarles en la tarea de elegir una salida profesional. Colegio Senara. Madrid. 31 marzo 2016.
  - ✓ “Armas químicas: un tema para formación en competencias”. M. Martín Sánchez, G. Pinto, M.T. Martín Sánchez, J.M. Hernández. Comunicación oral. IV Congreso de Docentes de Ciencias. Colegio Profesional de Educación. Madrid. 12 a 15 de abril de 2016.
  - ✓ “El enfriamiento del agua en recipientes cerámicos porosos: un recurso para la formación en competencias (especialmente las básicas en ciencia y tecnología)”. G. Pinto, M. Martín Sánchez, M.T. Martín Sánchez. Comunicación oral. IV Congreso de Docentes de Ciencias. Colegio Profesional de Educación. Madrid. 12 a 15 de abril de 2016.
  - ✓ “*Experimenting with ice: suggestions for active inquiry-based learning of science and STEM competencies*”. G. Pinto, P. Lahuerta, M. Martín Sánchez, M.T. Martín Sánchez. Comunicación oral. *IV European Conference on Research in Chemical Education*, ECRICE:

*Inspiring Science Education through Research. Division of Education of European Chemical Sciences (EuChemMS). Barcelona. 7 a 10 de septiembre de 2016.*

✓ “Fomento del Aprendizaje por Indagación y del Pensamiento Crítico desde el Primer Curso del Grado en Ingeniería Química”. G. Pinto. Conferencia plenaria por invitación. XXXIV Jornadas de Ingeniería Química. Cartagena (Murcia). 14 a 16 de septiembre de 2016.

- Cursos impartidos:

✓ “Aportaciones para la enseñanza de la Química en el contexto de las Conferencias Solvay del primer tercio del siglo XX”. Dentro del simposio “Una ciencia más que centenaria: la enseñanza de la química en perspectiva histórica”, dirigido a alumnos y profesores. Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Ciudad de México. 14-15 marzo 2016.

✓ “La enseñanza de la Química a través de la resolución de problemas cotidianos”. Dentro del simposio “La enseñanza de la química en el contexto del centenario de la Facultad de Química de la UNAM”, dirigido a alumnos y profesores. Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Ciudad de México. 18 marzo 2016.

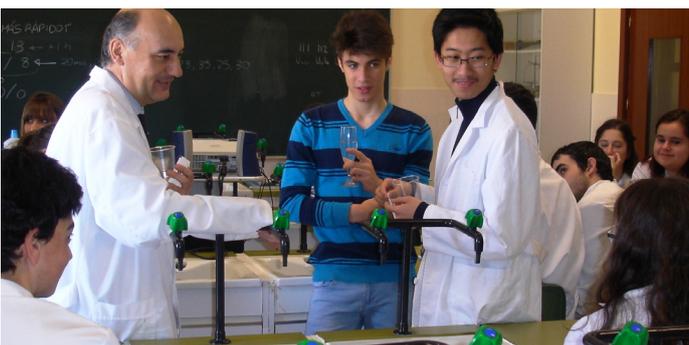
✓ “*Real-life applications to encourage active and critical thinking in chemistry students*”. Dentro de la Jornada Formativa Docente sobre “Innovación en didáctica de la química” (*Innovative methods of teaching Chemistry*). Escuela Politécnica de la Universidad de Extremadura. Cáceres. 6 junio 2016.

✓ “Fomentando enlaces entre profesores: la importancia del asociacionismo”. Mesa redonda sobre “Temas actuales de Didáctica e Historia de la Física y la Química”. Reales Sociedades Españolas de Física y de Química. Madrid. 11 noviembre 2016.

- Actividades de investigación en otros temas.

Entre otras actividades, se destaca la preparación y realización de aplicaciones pedagógicas en fotoquímica, con *Técnicas fotográficas antiguas*, como la cianotipia, para su desarrollo e implantación en años sucesivos.

7.- Algunas imágenes tomadas durante los talleres descritos:





## 8.- Balance económico del proyecto global.

Los 2.800 € recibidos de la donación de la Obra Social “laCaixa” se emplearon en:

-	Material informático	828 €
-	Reprografía	365 €
-	Viajes	903 €
-	Reactivos químicos y otro material	384 €
-	Gastos de mantenimiento de cuenta	170 €
-	Jornada de profesores (programada para enero de 2017)	150 €

**TOTAL: 2.800 €**