



Jornadas sobre **“Retos en didáctica de la física y la química: Homenaje al Prof. Dr. Julio Casado”**  
Madrid, 4-5 de julio de 2018



Muchas gracias a todos los participantes (organizadores, ponentes y asistentes).

En estas páginas se incluyen el programa y las ponencias.

Esta fotografía del grupo de asistentes del primer día forma parte de la serie realizada por Francisco Díaz Muñoz, que se encuentran en el enlace:

<https://photos.app.goo.gl/GqwwBTrVTNPg7o6v9>

Grupo Especializado de *Didáctica e Historia*



Real  
Sociedad  
Española de  
Física

de la Física y la Química



Real Sociedad Española de Química



Jornadas sobre  
**“Retos en didáctica de la física y la química:  
Homenaje al Prof. Dr. Julio Casado”**  
4-5 de julio de 2018

El Grupo Especializado de Didáctica e Historia de la Física y la Química, común a las Reales Sociedades Españolas de Física y de Química, en colaboración con el Grupo de Innovación Educativa de Didáctica de la Química de la UPM y otras entidades, organizan estas jornadas para favorecer el intercambio de análisis e ideas sobre experiencias educativas. El objetivo principal es contribuir a la mejora de la enseñanza de la física y la química en las distintas etapas educativas. Entre otros temas, se abordarán aspectos como la gamificación, el uso de juegos, simulaciones y realidad aumentada en el aula, la educación STEAM, así como la preparación para la celebración, en 2019, del Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos.

Las jornadas llevan el nombre del Prof. Dr. Julio Casado, fallecido este año y que, entre otras responsabilidades, fue presidente del grupo (1994-2002). Aparte de su relevante labor investigadora y docente en Química Física, destacó por sus reflexiones sobre la enseñanza universitaria.

Las actividades se estructuran de acuerdo al siguiente programa:

- **4 julio. En la E.T.S. de Ingenieros Industriales de la UPM (Aula C):**
  - Sesión I (17,00-20,00 horas). Gamificación y uso de juegos en la enseñanza de las ciencias.
- **5 julio. En el ICE de la UPM (E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos) (Aula B):**
  - Sesión II (9,30-12,00 horas). Temas actuales de didáctica de la física y la química.
  - Sesión III (12,30-13,30 horas). Debate general sobre retos en la didáctica de las áreas STEAM y para el Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos (en 2019).

**Inscripción:** A través del ICE de la UPM (actividad B.13) en <https://bit.ly/2rQr6hR>

**Comité científico y organizador**

M<sup>a</sup>. Araceli Calvo Pascual, Almudena de la Fuente, Cristina Núñez, Iciar de Pablo y Gabriel Pinto.

**Entidades colaboradoras:**



POLITÉCNICA



# Programa:

## Presentación de las jornadas.

- Homenaje al Profesor Julio Casado Linarejos. *José María Hernández Hernández* (RSEQ).

## Sesión I: Gamificación y empleo de juegos en la enseñanza de las ciencias.

- El parque de atracciones como fuente de recursos para el aprendizaje de la física. *José Antonio Martínez Pons* y *Fernando Ignacio de Prada* (RSEF e I.E.S. Las Lagunas de Rivas Vaciamadrid).
- La realidad aumentada como herramienta educativa en asignaturas experimentales. *Emilio J. González* (UPM).
- Los colores de los iones de manganeso con chupachups. *Marisa Prolongo* (I.E.S. Torre del Prado de Málaga y RSEQ).
- Cinética química con objetos cotidianos. *Joaquín Martínez Urreaga*, *M<sup>a</sup>. Ulagares de la Orden*, *Jorge Ramírez* y *Freddys Beltrán* (UPM, UCM y RSEQ).
- La herramienta *Kahoot* en estudios de Grado y Máster. *Victoria Alcázar* (UPM y RSEQ).
- El juego como recurso didáctico en el aula de física y química en secundaria: estudio de casos. *M<sup>a</sup>. Araceli Calvo Pascual* (UAM y RSEQ).
- Juguetes e ingenios científicos para didáctica y divulgación. *Gabriel Pinto* (UPM, RSEFyQ).
- Jugando con la Tabla Periódica. *Almudena de la Fuente*, *Marta Estebaranz*, *M<sup>a</sup>. Jesús Gutiérrez Cobo*, *Pedro Montanet* (Colegio N<sup>a</sup>. S<sup>ra</sup>. de los Ángeles de Madrid y RSEQ).

## Sesión II. Temas actuales de didáctica de la física y la química.

- El trabajo experimental en niveles no universitarios. *Manuela Martín Sánchez* (UCM y RSEFyQ).
- Física y química en la enseñanza STEAM. *Gabriel Pinto* (UPM, RSEF y RSEQ).
- Ciencia en el Museo del Prado. *Fernando Ignacio de Prada* y *José Antonio Martínez Pons* (RSEF e I.E.S. Las Lagunas de Rivas Vaciamadrid).
- Ciencia en Acción, un evento para divulgar ciencia. *Marisa Prolongo* (I.E.S. Torre del Prado de Málaga y RSEQ).
- Esto no salía (así) en mi libro de Química: Nuevas perspectivas en historia de la ciencia para la enseñanza del Sistema Periódico. *Luis Moreno Martínez* (UV y RSEQ).
- CTSA y pruebas de química para el acceso a la universidad. *Almudena de la Fuente* (Colegio N<sup>a</sup>. S<sup>ra</sup>. de los Ángeles, Madrid y RSEQ).
- Introducción de objetos de aprendizaje audiovisuales en un primer curso de química del grado de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, *Juan Antonio Llorens* (UPV).
- Contribución de la mujer al desarrollo de la física y la química. Estudio de su presencia/ausencia en las aulas y propuestas de trabajo. *M. Araceli Calvo Pascual* (UAM y RSEQ).

## Sesión III. Debate sobre didáctica de la física y la química

Propuestas para el Año Internacional de la Tabla Periódica.



ICE Instituto de Ciencias de la Educación  
RSEQ Real Sociedad Española de Química  
UCM Universidad Complutense de Madrid  
UPV Universitat Politècnica de València

RSEF Real Sociedad Española de Física  
UAM Universidad Autónoma de Madrid  
UPM Universidad Politécnica de Madrid  
UV Universitat de València

**Localización:** 4 de julio (<https://bit.ly/2FWtrMs>) y 5 de julio (<https://bit.ly/1UeYtnb>)



Seminario sobre  
**“Retos en didáctica  
de la física y la química:  
Homenaje al Prof. Dr. Julio Casado”**

4-5 de julio de 2018

Entidades organizadoras:



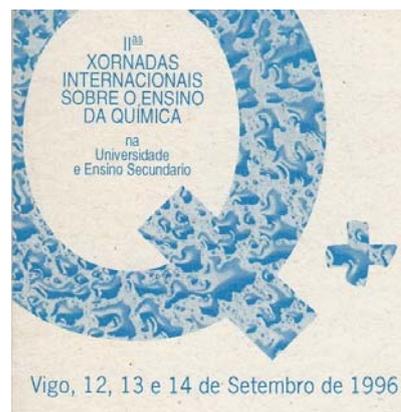
Entidades colaboradoras:

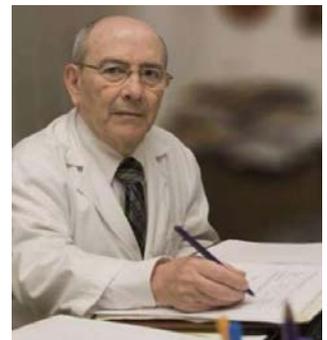


**Resúmenes de las  
ponencias presentadas**

## HOMENAJE AL PROF. DR. D. JULIO CASADO LINAREJOS

Por: *José María Hernández Hernández*  
(Universidad de Salamanca)







## OBJETIVOS

- Comprender mejor la FÍSICA experimentando en primera persona.
- Introducirse en el método científico: observar, estimar, medir, calcular, deducir, ...
- Combinar el aspecto lúdico con el aprendizaje.
- Aumentar el interés hacia la CIENCIA y despertar nuevas vocaciones científicas.



## CONTENIDOS (4º ESO/ BACH)

- **CINEMÁTICA:** VELOCIDAD LINEAL Y ANGULAR, ACELERACIÓN, MRU, CAIDA LIBRE, MCU, PERIODO, FRECUENCIA, M.A.S.
- **DINÁMICA:** LEYES DE NEWTON, PESO, PLANO INCLINADO, ROZAMIENTO.
- **ENERGÍA CINÉTICA Y POTENCIAL. PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA MECÁNICA**



## ETAPAS

1. **En el Aula o Laboratorio:** preparar la visita y seleccionar las cuestiones
2. **En el Parque:** realizar estimaciones, medidas, cálculos, observaciones... en grupo o individual.
3. **En clase:** terminar el cuestionario y evaluar.



## PROYECTOS Y FERIAS

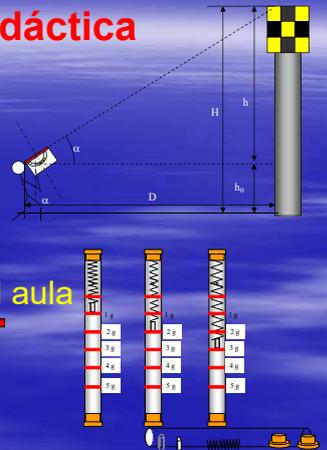


## CUADERNO DEL ALUMNO



## Guía didáctica

- Solucionario
- Estudio descriptivo
- Actividades para el aula



## 1. LA LANZADERA



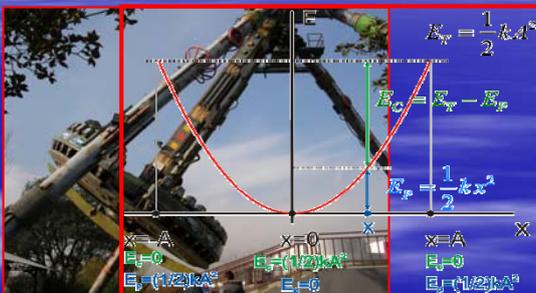
## 2. GIRA CON LAS SILLAS VOLADORAS



## 3. EL TORNADO



## 4. OSCILA CON LA MÁQUINA



## 2º CONGRESO DOCENTES DE CIENCIAS

## AULA MENTOR. MINISTERIO DE EDUCACIÓN.



**POLITÉCNICA**

“Jornadas sobre “Retos en didáctica de la física y la química: Homenaje al Prof. Dr. Julio Casado”

**La realidad aumentada como herramienta educativa en asignaturas experimentales**

4 de julio de 2018

Dr. Emilio J. González Gómez

**INDUSTRIALES**  
ETSII | UPM

**INDUSTRIALES**  
ETSII | UPM

**Datos del PIE**

**Título:**  
La realidad aumentada como herramienta para facilitar y mejorar el aprendizaje en asignaturas experimentales en Ingeniería Química

**Miembros:**

- Emilio José González Gómez (Coordinador)
- Manuel Rodríguez Hernández
- Ismael Díaz Moreno
- Ramon López García
- Laura García Oroso (becaria)

**Nivel:**  
Nivel 1. Proyectos promovidos por los GIE  
Educational Innovation in Chemical Engineering (EICHe)

**Tipo de experiencia:**  
E3. Recursos basados en Realidad Aumentada y 3D

**Destinatarios:**

Máster en Ingeniería Industrial

Grado en Ingeniería Química

Experimentación en Ingeniería Química

La realidad aumentada como herramienta educativa en asignaturas experimentales – Dr. Emilio José González Gómez

**INDUSTRIALES**  
ETSII | UPM

**Realidad aumentada (RA)**

**¿En qué consiste la realidad aumentada?**

En la **utilización simultánea** de objetos reales e información digital (videos, documentos, esquemas, etc.)

Nuevas formas de **percibir e interactuar** con el entorno

**¿Qué se necesita?**

Software

La realidad aumentada como herramienta educativa en asignaturas experimentales – Dr. Emilio José González Gómez

**INDUSTRIALES**  
ETSII | UPM

**Objetivos**

Elaborar contenidos de RA: videos, documentos, objetos 3D...

Aplicar la RA en el ámbito de la ingeniería química (prácticas)

Incrementar la motivación por aprender del alumnado

Desarrollar una herramienta que facilite la comprensión de los equipos

La realidad aumentada como herramienta educativa en asignaturas experimentales – Dr. Emilio José González Gómez

**INDUSTRIALES**  
ETSII | UPM

**Tareas realizadas**

Selección de instalaciones

Elaboración de material

Pruebas con herramientas RA

Elementos activadores de RA

La realidad aumentada como herramienta educativa en asignaturas experimentales – Dr. Emilio José González Gómez

**INDUSTRIALES**  
ETSII | UPM

**Resultados**

**Material elaborado/recopilado:**

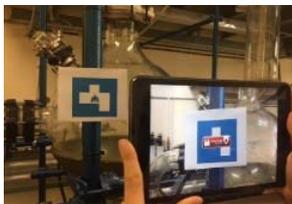
- Guiones de prácticas
- Documentos teoría: destilación y extracción
- Manuales sobre el funcionamiento de equipos
- Manual de instalación AURASMA
- Video funcionamiento columna\*
- Video de un plato inundado
- Video de la unidad de refujo
- Partes de la columna extracción
- Partes de la columna destilación
- Plato en 3D

\*[3] Videos desarrollados en el PIE: Gabriel Pinto y col. Acciones de innovación educativa para asignaturas de Química en los nuevos Grados de Ingeniería. Curso 2010/11.

La realidad aumentada como herramienta educativa en asignaturas experimentales – Dr. Emilio José González Gómez



### Acceso a vídeos a través de marcadores



### Acceso a información virtual en textos a través de imágenes o marcadores

## EJEMPLOS

### Acceso a información virtual a través de la propia instalación

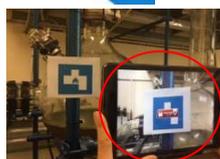


La realidad aumentada como herramienta educativa en asignaturas experimentales – Dr. Emilio José González Gómez



## EJEMPLOS

### Acceso a video a través de marcadores



Permite entender el funcionamiento sin necesidad de poner el equipo en marcha

La realidad aumentada como herramienta educativa en asignaturas experimentales – Dr. Emilio José González Gómez



## EJEMPLOS

### Acceso a información a través de imágenes



Permite visualizar en la pantalla del móvil o tableta información de interés

La realidad aumentada como herramienta educativa en asignaturas experimentales – Dr. Emilio José González Gómez



## EJEMPLOS

### Acceso a información adicional en textos a través de imágenes o marcadores



Permite ampliar la información sobre las de un documento en PDF

La realidad aumentada como herramienta educativa en asignaturas experimentales – Dr. Emilio José González Gómez



## Conclusiones

- ✓ Se ha desarrollado una herramienta de RA con el programa **AURASMA**
- ✓ Se ha aplicado a dos equipos de separación a escala planta piloto: **destilación y extracción** → aplicable a más instalaciones
- ✓ Permite el acceso a **información adicional**: videos, documentos, objetos 3D.
- ✓ La información puede ser **visualizada** en el dispositivo o **descargada**.
- ✓ Los elementos activadores de la RA pueden ser marcadores o imágenes (propia instalación)
- ✓ El uso de RA permite comprender el funcionamiento de los equipos incluso cuando están **apagados**: ahorro de reactivos y energía
- ✓ Los alumnos mostraron una **gran satisfacción con la RA** por parte de los alumnos

La realidad aumentada como herramienta educativa en asignaturas experimentales – Dr. Emilio José González Gómez



## Difusión



<https://www.youtube.com/watch?v=84ZM57YlcXA&feature=youtu.be>



Presentación del PIE en las **Jornadas de innovación educativa de la UPM (nov 17)**



Presentación de parte del PIE en el **IV Congreso de Innovación educativa en Ingeniería Química** – Santander, 21-23 de enero de 2018

¡¡¡Muchas gracias por su atención!!!

La realidad aumentada como herramienta educativa en asignaturas experimentales – Dr. Emilio José González Gómez

## Los colores de los iones de manganeso con chupachups



Basado en el trabajo realizado por Gabriel Pinto y Marisa Prolongo

<https://www.scienceinschool.org/content/colourful-chemistry-redox-reactions-lollipops>

## OBJETIVO

La enseñanza de las reacciones de oxidación y reducción (redox) forma parte de todos los planes de estudios de química en educación secundaria

Vamos a usar un chupachup para activar reacciones redox que cambian de color, fácil de hacer y muy llamativa



## REDUCTOR



La glucosa del chupachup se utiliza como agente reductor:

- Cuando la glucosa se añade a la disolución que contiene iones  $\text{OH}^-$  hay una variedad de semirreacciones. Entre otras:
 
$$\text{-CHO} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{-COO}^- + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$$

(grupo aldehído)                      (grupo carboxílico, como carboxilato)
- También, los grupos alcohol de la glucosa ceden electrones, formando grupo carboxílico (en el caso del alcohol primario) y grupos cetona (en el caso de alcoholes secundarios):
 
$$\text{-C(H)(OH)-} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{-C(=O)-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$$

(alcohol secundario)                      (grupo cetona)

## OXIDANTE



- En una serie de reacciones redox, **los electrones se traspasan continuamente** de la glucosa a compuestos sucesivos de manganeso.
- En cada paso de la cadena, se ve un cambio de color.
- El manganeso es ideal para este experimento, ya que tiene más estados de oxidación estables que cualquier otro metal de transición (de +2 a +7), cada uno con diferente color.

## MATERIAL

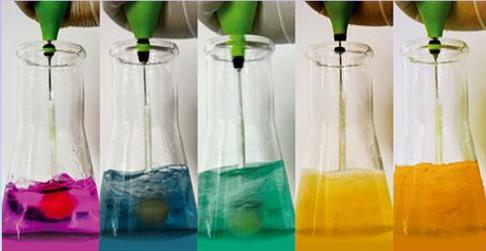


## PROCEDIMIENTO



- Llena el matraz erlenmeyer o vaso de precipitados con 200 ml de agua destilada.
- Añade una cucharada de lentejas de NaOH y agita con la cucharita hasta que se disuelvan completamente.
- Usando la espátula, añade una pizca de cristales de permanganato de potasio
- Fija el palo del chupachup (ya sin la envoltura de plástico) a la varilla eléctrica del agitador con cinta adhesiva
- Inserta el chupachup en la disolución y enciende el agitador para comenzar a mezclar.

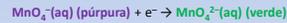
## VEMOS



## QUÉ PASA I



- El primer color (púrpura) corresponde a iones permanganato ( $\text{MnO}_4^-$ ). El manganeso tiene estado de oxidación +7.
- Los iones permanganato ( $\text{MnO}_4^-$ ) se reducen después a iones manganato ( $\text{MnO}_4^{2-}$ ). El estado de oxidación del manganeso cambia de +7 a +6, y el color varía de púrpura a verde.



- Se produce una etapa azul intermedia entre los pasos 1 y 2. Una explicación es que la mezcla contiene tanto iones de permanganato ( $\text{MnO}_4^-$ ) púrpura como de manganato ( $\text{MnO}_4^{2-}$ ) verde, que se combinan para dar una disolución azul. Otra explicación es que parte del permanganato se reduce a anión  $\text{MnO}_4^{3-}$ , que tiene un estado de oxidación +5 para el manganeso y color azul.



## QUÉ PASA II

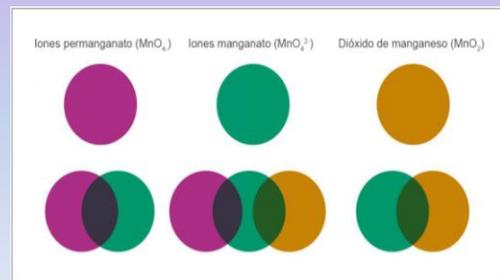


- Los iones manganato ( $\text{MnO}_4^{2-}$ ), que tienen un número de oxidación +6, se reducen aún más hasta dióxido de manganeso ( $\text{MnO}_2$ ), con estado de oxidación +4, provocando el cambio de color de verde a amarillo-marrón.



- Finalmente, cuando se incorpora más glucosa a la disolución, el dióxido de manganeso amarillo-marrón ( $\text{MnO}_2$ ) forma una suspensión coloidal en disolución alcalina que (si está bastante diluida) puede aparecer naranja.

## MEZCLA DE COLORES



## CONFIGURACIÓN ELECTRÓNICA



## MUCHAS GRACIAS



[marisaprolongo@hotmail.com](mailto:marisaprolongo@hotmail.com)


 Universidad Politécnica de Madrid  
 ETS de Ingenieros Industriales

## Cinética química con objetos cotidianos

J. Martínez Urreaga<sup>1</sup>, M.U. de la Orden<sup>2</sup>, J. Ramírez<sup>1</sup>, F.R. Beltrán<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Dpto. Ingeniería Química Industrial y Medio Ambiente, ETSI Industriales, Universidad Politécnica de Madrid  
<sup>2</sup> Dpto. de Química Orgánica, Facultad de Óptica, Universidad Complutense de Madrid  
 E-mail: joaquin.martinez@upm.es

Retos en didáctica de la física y la química: Homenaje al Prof. Dr. Julio Casado, Madrid, 2018


 Universidad Politécnica de Madrid  
 ETS de Ingenieros Industriales

## 2. Cinética con monedas

Se estudia la velocidad con la que las caras se transforman en cruces cuando se agitan monedas. Esto es, se realiza en el aula el proceso irreversible:  
**CARA → CRUZ.**



- Obtenemos datos N-t experimentales
  - Reunir y contar monedas:  $N_0$
  - Agitar, dejar en la mesa, retirar cruces y contar caras:  $N_1$
  - Volver a agitar, retirar cruces y contar caras:  $N_2$
  - Seguir hasta obtener los datos N-t deseados
- Replicamos (obtenemos los datos  $N_R-t$ ).

t	N	$N_R$
0	160	160
1	68	89
2	41	38
3	25	10
4	8	3
5	2	1
6	2	0
7	1	0


 Universidad Politécnica de Madrid  
 ETS de Ingenieros Industriales

## 1. Introducción

La cinética química figura en todos los temarios de Química General de bachillerato y universidad.

Controlar la velocidad de los procesos químicos es un objetivo fundamental no sólo de la Química y la Ingeniería Química, sino también en la vida diaria.

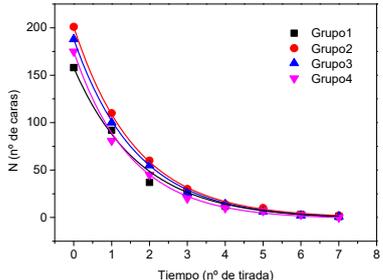
Es importante que los alumnos comprendan qué son los parámetros cinéticos, cómo se determinan y cómo son los mecanismos de los procesos químicos.

El planteamiento didáctico más clásico es útil pero incompleto.


 Universidad Politécnica de Madrid  
 ETS de Ingenieros Industriales

## 2. Cinética con monedas

- Determinamos si el **orden** es 0, 1 o 2, comparando los datos experimentales con las ecuaciones integradas de velocidad y viendo cual describe mejor los resultados
- Determinamos la constante específica de velocidad  $k$



**Resultados:**

- orden = 1** en todos los casos
- Importante variabilidad en  $k$ ;  $k$  (media) = 0,65-0,75


 Universidad Politécnica de Madrid  
 ETS de Ingenieros Industriales

## 1. Introducción

**Objetivo:** **Discutir qué podemos extraer de algunas actividades para ayudar en el aprendizaje de la cinética química.**

**Objetivos concretos:** **naturaleza de la reacción química, mecanismos de reacción y medidas experimentales**

Prácticas, aunque no se hagan en el laboratorio.

Participativas, incluso con un cierto carácter lúdico.

Con objetos de la vida diaria, para acercar la química.




 Universidad Politécnica de Madrid  
 ETS de Ingenieros Industriales

## 2. Cinética con monedas

- A través de cuestiones, analizamos los resultados obtenidos para extraer la información sobre naturaleza de la reacción química, mecanismos de reacción y medidas y errores experimentales.
 

El proceso estudiado es de orden 1, como la reacción elemental:  $A \rightarrow X$   
 ¿Se comportan ambos procesos de la misma forma?

Algunos alumnos opinan que no, que el proceso con monedas es probabilístico y que la reacción química no es así, es "de otra manera", sin la variabilidad observada en los resultados del experimento.

Se puede proponer un rápido experimento mental. Imaginar una reacción  $A \rightarrow X$  de orden 1 y vida media 1 hora, y un experimento en el que se parte de 100 moléculas. ¿Cuántas quedarán después de 1 h? ¿Después de 2? ¿Y después de 3?

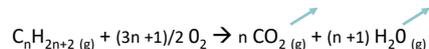
Tiempo (h)	Nº Moléculas
0	100
1	50
2	25
3	<b>¿12,5?</b>

Los alumnos entienden que no pueden ser 12,5, que serán 12, o 13, o quizás 10 o 18, igual que sucede con las monedas. Eso se puede extrapolar a todos los resultados. La discusión conduce a importantes conclusiones sobre:

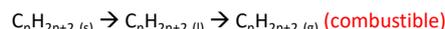
- Naturaleza de la reacción química, cómo se produce la reacción:  $A \rightarrow X$
  - Variabilidad intrínseca en los resultados. Si hemos agitado, y hemos contado correctamente las monedas, ¿por qué no nos sale siempre lo mismo?
  - Relación teoría-práctica, relación entre lo que predice la teoría y lo que observamos en las medidas. ¿Está equivocada la teoría que predice 12,5?
- Otras cuestiones: ¿Qué papel juega la agitación en el experimento?  
 ¿Cuáles serían los valores predichos por la teoría para orden y constante en el experimento con monedas?

En este experimento, las cuestiones más interesantes tienen que ver con la comprensión, por parte de los alumnos de primer curso, del mecanismo de la reacción. Este experimento es adecuado para trabajar cuestiones de mecanismos.

- Aunque resulte sorprendente, bastantes alumnos no entienden por qué se pierde masa, ya que ellos siguen viendo la cera, aunque sea derretida.



- En general, a nuestros alumnos les cuesta entender que el orden pueda ser 0, esto es, que la velocidad sea constante y no dependa de la altura o masa de vela (en general, orden 0 resulta difícil de entender). Hay que considerar el mecanismo entero, incluida la generación del combustible.



Se trata también de un experimento conocido. Los alumnos estudian la cinética de combustión de una o varias velas, midiendo altura o masa en función del tiempo. Se les pide que determinen orden y constantes y que expliquen los resultados.



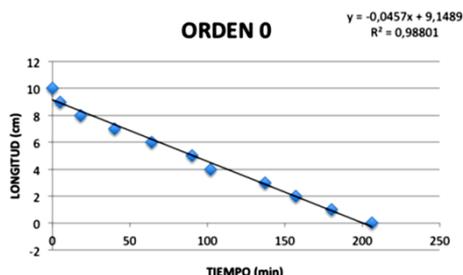
Se pueden plantear también otras actividades:

Dados: Imagínese que llevamos a cabo una experiencia con dados de 8 caras, para estudiar el proceso no reversible  $1 \rightarrow$  otros números. Inicialmente, en la tirada 0, todos los dados muestran el nº 1. En cada tirada se retiran los que no son 1. ¿Cuál sería en este caso el orden cinético esperado? ¿Qué valor se esperaría para la constante específica de velocidad?



Cartas: Imagínese que llevamos a cabo una experiencia con 50 cartas N y 50 cartas R, para estudiar el proceso no reversible  $R + R \rightarrow R-R$ . Inicialmente, en la tirada 0, se barajan las 100 cartas y se distribuyen en 50 parejas. En cada tirada se retiran los que son R-R. Determinar orden y constante. ¿Cuál sería en este caso el orden esperado?

Casi todos obtienen el orden esperado, 0, y valores razonables de las constantes específicas de velocidad.



Resultados del grupo formado por: Juan de la Morena, Laura Muñoz, Víctor González y Cristina Fernández. Curso 2017-8

Las actividades propuestas son útiles para abordar cuestiones esenciales de la cinética química, como son la determinación de parámetros cinéticos y los mecanismos de reacción.



Permiten trabajar también otras cuestiones como errores y variabilidad en los resultados, y la relación que existe entre la predicción teórica y los resultados experimentales.



El empleo de objetos cotidianos permite más confianza y mayor participación de los alumnos. Facilita el análisis y la comprensión de la cinética química.



INDUSTRIALES ETSII | UPM

TÍTULO

## La herramienta Kahoot! en estudios de Grado y Máster

Victoria Alcázar Montero

Jornadas sobre "Retos en didáctica de la física y la química: Homenaje al Prof. Dr. Julio Casado" 4-5 de julio de 2018



1

INDUSTRIALES ETSII | UPM

## Cómo hemos llegado hasta aquí...

- Gamificación y uso de juegos en la enseñanza de las ciencias
- Kahoot!

- III Jornada de Innovación Educativa ETSII (Enero 2017) Kahoot. ¿Resolviendo pequeños problemas? Joaquín Ordieres- M<sup>a</sup> del Mar de la Fuente [https://www.etsii.upm.es/la\\_escuela/innovacion\\_educativa/jornadas3/5Ponencia.pdf](https://www.etsii.upm.es/la_escuela/innovacion_educativa/jornadas3/5Ponencia.pdf)
- Jornadas sobre "Retos en didáctica de la física y la química: Homenaje al Prof. Dr. Julio Casado" (Julio 2018) La herramienta Kahoot! en estudios de Grado y Máster



2

INDUSTRIALES ETSII | UPM

## ¿Qué es Kahoot!? Requisitos

Kahoot! es una "plataforma de aprendizaje basada en el juego, que permite a los educadores y estudiantes integrar, crear, colaborar y compartir conocimientos." (<https://www.theflipclassroom.es/>)

profesor alumnos

K! Kahoot! Game-based learning

¿Qué se necesita?

- Proyector
- Dispositivos electrónicos (móvil, tableta u ordenador)

Si un PS tiene una masa molecular  $M_n = 1.2 \times 10^6$  g/mol. ¿Cuál es su grado de polimerización?

HC-CH2  $M = 104$  g/mol



3

INDUSTRIALES ETSII | UPM

## Usos y posibilidades de Kahoot!

Kahoot! permite realizar test interactivos en el aula en tiempo real y descargar los resultados de manera inmediata, con un diseño sencillo y divertido que hace que los estudiantes se enganchen y motiven rápidamente.

(<http://blog.tichina.com/kahoot-el-aprendizaje-mas-divertido/>)

Múltiples posibilidades:

- Explorar los conocimientos iniciales de los alumnos
- Comprobar si se han adquirido los contenidos impartidos en el aula
- Fomentar la participación de todos los alumnos
- Evaluar conocimientos
- Hacer encuestas
- Controlar la asistencia a clase



4

INDUSTRIALES ETSII | UPM

## Crear un Kahoot!

Sigue estos pasos:

- Entra en la página web <https://getkahoot.com/>
- Regístrate de manera gratuita (nombre de usuario, dirección de correo electrónico y contraseña) (Sign up) Log in
- Elige el tipo de kahoot que quieres crear (New K!)

4 modalidades:

- Quiz:** cuestionario tipo test con varias opciones
- Discussion:** debates o preguntas abiertas
- Survey:** Encuestas
- Jumble:** secuenciar las respuestas en el orden correcto

(<http://blog.tichina.com/kahoot-el-aprendizaje-mas-divertido/>)



5

INDUSTRIALES ETSII | UPM

## Crear un Kahoot!

Sigue estos pasos:

- Pon un nombre a tu nuevo kahoot y diseña las preguntas.
- Una vez creadas las preguntas, se guarda y se puede visualizar

La reacción entre el diol y el ácido dicarboxílico de la imagen produce un polímero con  $M_{n,ps} =$

Answers: C-12, H-1, O-16 ethane diol HO-CH2-CH2-OH hexanedioic acid HOOC-CH2-CH2-CH2-CH2-COOH

$M_{n,ps} = 344$   $M_{n,ps} = 208$   $M_{n,ps} = 190$   $M_{n,ps} = 172$



(<http://blog.tichina.com/kahoot-el-aprendizaje-mas-divertido/>)

6

**INDUSTRIALES**  
ETSH | UPM

## Play Kahoot!

**Profesor**      **Alumnos**

- Seleccionar el kahoot! (My kahoots)
- Play
- Configurar el kahoot:
  - Individual/grupo
  - Presentación de las preguntas (continuo/pausa)
  - ...
- Se genera el PIN

**INDUSTRIALES**  
ETSH | UPM

## Mi experiencia con Kahoot!

**Grado en Ingeniería de Materiales**

- Asignatura de 6 ECTS (4h semanales) de 2º Curso
- Herramienta de refuerzo: quiz con 5 preguntas
- Análisis de los resultados (My results)
  - Documento Excel
  - Análisis por alumno
  - Análisis por pregunta

**INDUSTRIALES**  
ETSH | UPM

## Mi experiencia con Kahoot!

**Alumnos de Máster**

- Asignaturas de 4,5 ECTS (3h semanales) y de 3 ECTS (2h semanales)
- Herramienta de refuerzo
- Evaluación (sin influencia en la nota final)

¿Qué opinan los alumnos?

- En general, les gusta (herramienta de refuerzo, repaso...)
- Sin embargo, no les gusta kahoot como herramienta de evaluación
- Eso sí, son solo resultados en 4 grupos de alumnos

9

**INDUSTRIALES**  
ETSH | UPM

## Finalizamos con un kahoot!

**Muchas gracias**

10

Grupo Especializado de *Didáctica e Historia de la Física y la Química*  
 Real Sociedad Española de Física **RSEQ**  
 del Real Instituto de Estudios Científicos de Asturias

Jornadas sobre  
**"Retos en didáctica de la física y la química: Homenaje al Prof. Dr. Julio Casado"**  
 4-5 de julio de 2018

Sesión I: Gamificación y empleo de juegos en la enseñanza de las ciencias

**El juego como recurso didáctico en el aula de física y química en secundaria: estudio de casos**

M. Araceli Calvo Pascual

Logo: Grupo Especializado de Didáctica e Historia de la Física y la Química RSEQ  
 Logo: Real Sociedad Española de Física RSEQ  
 Logo: gice (Grupo de Investigación en Ciencias de la Educación)  
 Logo: DICEMA (Departamento de Didáctica de la Física y la Química)  
 Logo: Facultad de Formación del Profesorado y Ciencias  
 Logo: Cincuenta Aniversario 1968-2018

Arabesco pedagógico. A. P. L. E.  
 ("Los Lunes de El Imparcial", Madrid, 19 noviembre 1915)

**Arabesco pedagógico**  
 AD. C. L. E.  
 ...¿Qué más de complicar y de dilucidar las cosas—sea como sea!—No, señor, no; no se

Hay una cierta pedagogía que huye de las dificultades, huye del verdadero trabajo, huye de la austeridad. Parece que nos asusta enseñar a los niños todo lo duro, todo lo que aprendan jugando, que acaba siempre en que juegan a aprender. Y el maestro mismo que les enseña jugando, juega a enseñar. Y ni él en rigor enseña, ni ellos en rigor aprenden nada que lo valga. Y luego, no olvide usted una frase...

**Miguel de Unamuno.**

[https://gredos.usal.es/jspui/bitstream/10366/83976/1/CMU\\_3-182.pdf](https://gredos.usal.es/jspui/bitstream/10366/83976/1/CMU_3-182.pdf)

**EDUCACIÓN 3.0**  
 LÍDER INFORMATIVO EN INNOVACIÓN EDUCATIVA

20 herramientas de gamificación para clase que engancharán a tus alumnos

Por EDUCACIÓN 3.0 - 8 febrero 2018

**ChemCaper**  
 ¿Quieres que tus alumnos aprendan química? Entóncete aliento a ChemCaper, una app disponible para iOS y Android que mezcla con un aspecto de ficción, y que pasa por ser un videojuego que enseña las fundamentos de la química, instrumentos, técnicas de experimento y mucho más. Con muchos personajes a los que salvar y juegos similares de tipo RPG, pero desde el laboratorio.

Developer: ACT - Petibola el País Game Theater  
 THE WORLD'S 1<sup>st</sup> CHEMISTRY ROLE PLAYING GAME

<https://www.educaciontrespuntozero.com/recursos/herramientas-gamificacion-educacion/33094.html>

Únete a Cerebriti! Crea juegos, suma puntos y cumple con tus amigos. [Conéctate con facebook](#)

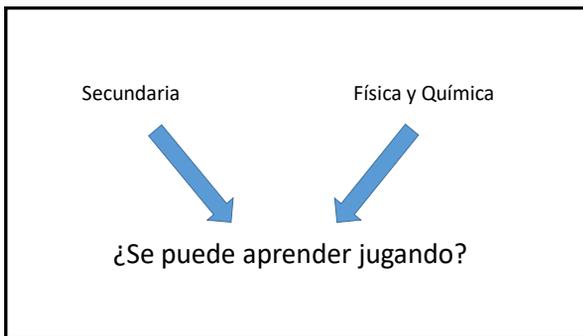
**Juegos de Ciencias**  
 Entre los juegos de ciencias encontrarás todo tipo de juegos de biología, anatomía, medicina, química, física o psicología. Desde la tabla periódica hasta las partes de cuerpo humano. Así que despierta tu bata blanca y demuestra que eres el rey del laboratorio.

**Cerebriti.**  
 Estamos convencidos de que la mejor forma de aprender es jugando. Por eso nació Cerebriti. Un portal de juegos sobre cultura general creado por los propios usuarios. Nuestra misión es conectar todos los conocimientos de nuestra comunidad en un solo lugar para que la próxima vez que nos juegue que alguien. De que lo aprendas a estudiar que sea.

En Cerebriti, puedes competir con los amigos para demostrar quién es el que más sabe. Y todo ello mientras divertimos los miembros de tu familia.

Proyecto patrocinado por

<https://www.cerebriti.com/juegos-de-ciencias/>



**ESTUDIO DE CASOS EN DIFERENTES CONTEXTOS**

<http://ecity-project.eu/es/>  
<http://ecity-project.eu/en/game/>

LAHURETA PENA, PASCUAL  
 GIBRERROT DE VILLARREAL  
 CALVO PASCUAL, M. ARACELI  
 AYTERO CEREZO, SANTIAGO

UAM  
 MAESTRÍA EN FORMACIÓN DE PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA Y BACHILLERATO. ESPECIALIDAD FÍSICA Y QUÍMICA.  
 TRABAJO DE FIN DE MÁSTER  
 EL MUS QUÍMICO  
 AUTORA: CALVO PASCUAL, M. ARACELI  
 TUTORIA: M. ARACELI CALVO PASCUAL

Próxima publicación en "Colección de Trabajos Fin de Máster de la Universidad Autónoma de Madrid, año académico 2016- 2017"

Elements Cards  
 Download zip file containing  
 Hi-res PDF for Printing Cards (32 pages, 16 sheets)  
 Print at letter size (8.5x11 in) double-sided on card stock.

Print-your-own elements cards. Print double-sided on card stock. Cut out cards with paper cutter or scissors. Nine cards per sheet. There's a card for every element, with a picture on the front and cards on the back. Also included are key cards (symbol key and color key), info cards (atom info and bonding info), and group info cards. The zip file also includes a template for making a card box. It also includes printing instructions.

Sorry, card decks are not for sale at the Wink Shop. You need to print them yourself!

<http://elements.wlonk.com/>

El juego de cartas "Mujeres de ciencia"  
 9 septiembre, 2015

El juego de cartas *Mujeres de ciencia* presenta a 44 científicas de disciplinas variadas. La baraja -una idea de Ana María Charla y Bernabé Frías- está compuesta por 52 cartas diseñadas por el artista Francis Collie.

Jugando con esta singular baraja, se puede aprender sobre las aportaciones de estas mujeres, algunas de ellas muy poco conocidas.

Además, este juego pretende ofrecer modelos tanto a chicas como a chicos, para que se animen a estudiar carreras de ciencias.

Requis del juego  
<https://mujeresconciencia.com/2015/09/09/el-juego-de-cartas-mujeres-de-ciencia/>

Kahoot!  
 Game PIN  
 Enter

Play more, anywhere and anytime, on your own or with friends. Get our new app!  
 Find out more

Create your own Kahoot for FREE at kahoot.com  
<https://kahoot.it/>

MUCHAS GRACIAS  
 POR SU ATENCIÓN

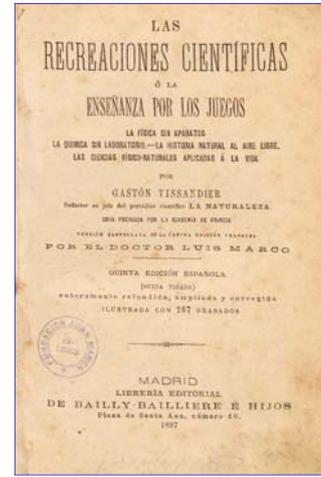
[araceli.calvo@uam.es](mailto:araceli.calvo@uam.es)



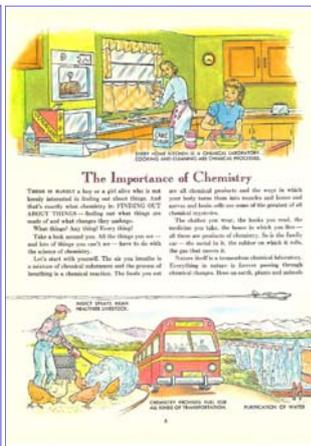
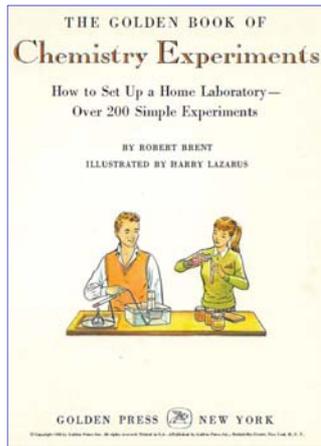
## Juguetes e ingenios científicos para didáctica y divulgación

Gabriel Pinto Cañón

Jornadas sobre  
**"Retos en didáctica de la física y la química:  
 Homenaje al Prof. Dr. Julio Casado"**  
 4-5 de julio de 2018



Nihil  
 novum  
 sub sole

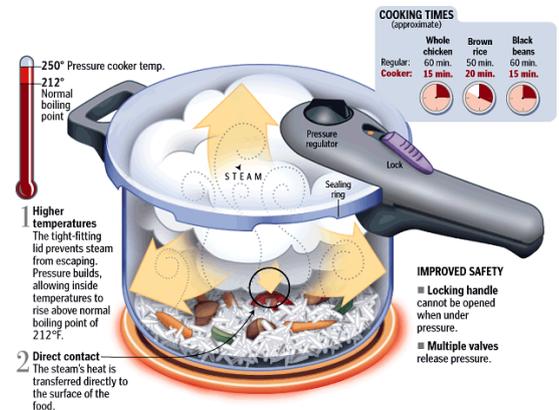


¿Por qué cuesta tanto abrir un bote "al vacío" o las ollas tapadas cuando se dejan de calentar?



**Hemisferios** diseñados por **Otto von Guericke** (1656), científico y burgomaestre de **Magdeburgo**, para mostrar la bomba de vacío que inventó y el concepto de la presión atmosférica.

¿Cómo funciona la olla exprés? <https://bit.ly/2GFkGuE>

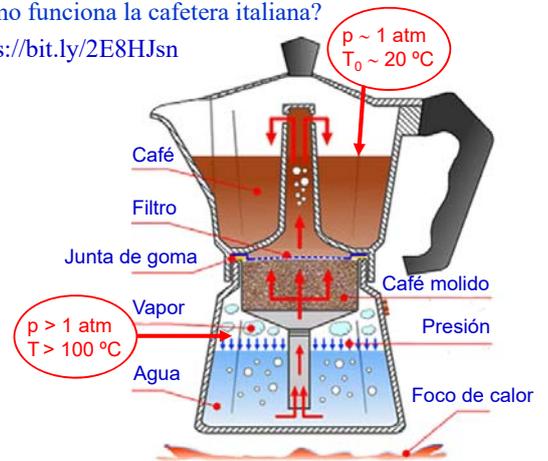


**Consejos de seguridad en la olla exprés, para prevenir accidentes:**

- Seguir las instrucciones del fabricante y hacer un uso adecuado.
  - Lavar a menudo la válvula de seguridad para evitar obstrucciones. Comprobar su estado antes de cada uso.
  - No llenarla con alimentos o líquidos al máximo de su capacidad para evitar que la válvula se tapone. No superar los dos tercios de su capacidad.
  - Siempre introducir un mínimo de líquido, unos 200 mL.
  - No ponerla al fuego hasta no cerciorarse de que se ha cerrado correctamente.
  - No olvidar bajar el calor a una temperatura media una vez que la válvula haya subido.
  - No abrirla jamás hasta que no ha expulsado todo el vapor. Hay que esperar a que baje la válvula.
  - No usarla si notamos que hay escapes por las juntas o la tapa no cierra herméticamente. Podría quedarse sin líquido en el interior y quemar su contenido.
  - Mantenerla en buen estado y todos sus accesorios (tapa, botones, gomas...).
- Algunos fabricantes recomiendan cambiar las gomas de las juntas cada 1 o 2 años, según su utilización.
- No dejarla sin vigilancia mientras esté funcionando.

**¿Cómo funciona la cafetera italiana?**

<https://bit.ly/2E8HJsn>



**¿Qué tienen en común el botijo, el frigorífico pot-in-pot, y el pájaro bebedor?**

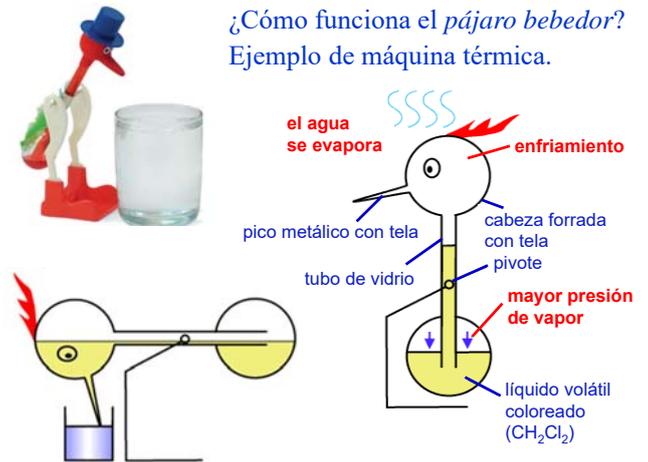


... el enfriamiento evaporativo



<https://bit.ly/2K5p0Wp> (Agencia SINC 25 junio 2018)

**¿Cómo funciona el pájaro bebedor?**  
Ejemplo de máquina térmica.



**Dideca**  
Didáctica, ilusión,  
diversidad y ecología

**VENTUS**  
Ciencia Experimental

**Educational Innovations**  
<https://www.teachersource.com/>



¡Gracias por la atención!

[gabriel.pinto@upm.es](mailto:gabriel.pinto@upm.es)



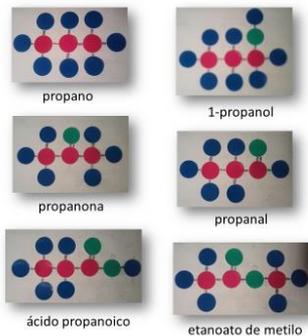


## ALGUNAS PROPUESTAS DE MODELIZACIÓN PARA 4º DE ESO

Representar oxoácidos...

NOMBRE	FÓRMULA	ESTRUCTURA
Ácido hipocloroso	$HClO$	
Ácido carbónico	$H_2CO_3$	
Ácido nítrico	$HNO_3$	
Ácido periódico	$HIO_4$	

...y compuestos orgánicos



## VENTAJAS Y LIMITACIONES DE LA MODELIZACIÓN CON GOMETS

VENTAJAS	LIMITACIONES
<ul style="list-style-type: none"> <li>El componente lúdico aumenta la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de la Tabla Periódica y la nomenclatura, contribuyendo a despertar el interés por la química.</li> <li>La manipulación de objetos materiales (no digitales) favorece la atención y la construcción del conocimiento científico.</li> <li>El uso de colores ayuda a relacionar los elementos con igual número de oxidación y facilita su memorización.</li> <li>Permite una mejor atención a la diversidad, sobre todo si se utiliza como técnica de aprendizaje cooperativo, siendo especialmente adecuado para alumnos con bajo rendimiento académico (PMAR).</li> <li>La representación de fórmulas con <i>gomets</i>, afianza el cálculo mental con números enteros, favoreciendo la interdisciplinariedad.</li> <li>El material utilizado es mucho más asequible que el habitual en otros modelos moleculares, por lo que puede ser empleado por todos los alumnos en sus cuadernos de trabajo.</li> <li>Supone una actualización de la teoría de Dalton que facilita la visualización de los conceptos de elemento, compuesto, átomo, molécula, cambio químico y cambio físico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La representación de las fórmulas con <i>gomets</i> no permite diferenciar los compuestos iónicos de los covalentes.</li> <li>Sólo es posible la construcción de estructuras bidimensionales, por lo que es preciso aclarar que las estructuras reales suelen ser tridimensionales.</li> <li>La utilización de colores para los distintos grupos puede inducir a confusión a algunos alumnos.</li> <li>Es poco adecuado para compuestos complejos (oxosales, orgánicos de cadena larga...)</li> <li>A pesar de que los <i>gomets</i> empleados tienen el mismo tamaño, conviene aclarar al alumnado que en el caso de los átomos no es así.</li> </ul>

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caamaño, A. (2011). Enseñar química mediante la contextualización, la indagación y la modelización. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 17(69), 21-34.
- Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 24(2), 173-184.
- Llorens Molina, J.A. (1991). *Comenzando a aprender química. Ideas para el diseño curricular*. Madrid: Visor.
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.

¡MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN!

Contacto: [almudena.fuente@predoc.uam.es](mailto:almudena.fuente@predoc.uam.es)

## Trabajo Experimental en química en niveles no universitarios

Manuela Martín Sánchez (manuelamartinsanchez@gmail.com)

**Pregunta clave ¿se puede enseñar química sin hacer experimentos?** Estoy totalmente de acuerdo con la opinión de Henry Bent, Profesor de la Universidad de Carolina del Norte que decía *“Sin reacciones, un estudiante aprenderá química lo mismo que un ciego de nacimiento puede aprender los colores o un sordo los sonidos”*

Muchos filósofos a lo largo de la historia nos han insistido en la importancia de las imágenes. Aristóteles decía: *“El alma nunca piensa sin imágenes. Nada hay en la inteligencia que no haya estado primero en los sentidos”*.

M. Faraday conocido por **Conferencias Navideñas de la Royal Institution** en la Historia de una Candela dice *“maravillosos son las capacidades de los experimentos para llevarnos a diversos departamentos del conocimiento”* *“mostrar, contar, ver y pensar”*

S. Ramón y Cajal en *Reglas y consejos sobre la investigación científica. Los tónicos de la voluntad* después de describir la emoción que sintió la primera vez que observó a través del microscopio cómo se alargaban los glóbulos para atravesar por los capilares dice *“La observación suministra, a más de los datos empíricos con los cuales hemos de formar el juicio, ciertos factores sentimentales insustituibles: la sorpresa, el entusiasmo, la emoción agradable, que son fuerzas propulsoras de la imaginación constructiva. La emoción enciende la máquina cerebral, que adquiere para ella el calor necesario para la forja de intuiciones favorables y de hipótesis pausibles...”*

Supongo que de todos es conocida la anécdota que se cuenta de **Ira Remsen** (1846-1927) de la John Hopkins University, descubridor de la sacarina en 1879. Estaba intrigadísimo por saber qué significaba que los ácidos atacan a los metales. Su profesor se le olvidó algo para la clase y lo envió al laboratorio a buscarlo, según entró se dio cuenta que sobre la mesa había un frasco de ácido nítrico, no se lo pensó dos veces, sacó una moneda de su bolsillo, la puso en un vaso y sobre ella echó ácido nítrico, cuando vio que se quedaba sin moneda la sacó metiendo los dedos y cómo se quemó se limpió a los pantalones. Le quedó clarísimo qué significaba que el ácido atacaba a los metales y también aprendió que atacaba a los dedos y a los pantalones.

El trabajo de tipo experimental ayuda a que los alumnos **recuerden mejor** lo que están estudiando. No creemos que sea cierta la frase de que *«lo que se hace no se olvida»* que suele oírse con frecuencia en determinados ambientes pedagógicos y que se atribuye a Confucio *“me lo contaron y lo olvidé, lo vi y lo entendí, lo hice y lo aprendí”* y que nosotros recogimos en (2008) apoyando las ideas de Dale (1969) que afirmaba, después de dos semanas se tiene a recordar el 10% de lo leído, el 20% de lo oído, el 30% de lo visto, el 50% de lo que se oye y se ve, el 70% de lo que se discute y explica y el 90% de lo que se explica y se hace. No obstante suponemos que esos porcentajes son aproximados y en determinadas circunstancias. No se olvida lo que se hace repetidas veces, con interés y entusiasmo. Puede que de forma esporádica se aprenda algo que se ha hecho una sola vez por el impacto que ha supuesto, pero lo que sí es cierto es que siempre se recuerda mejor sobre lo que se ha trabajado experimentalmente. Es un apoyo importante para que no se olvide. Pero como decía **Ricardo Moreno Castillo** *Conferencia impartida en León el 6 de VI de 2017*

- La enseñanza ha de ser transmisiva y repetitiva.
- Un estudiante no aprenderá nada sin muchas horas de estudio, constancia y esfuerzo cotidiano

Esa misma idea aparece con insistencia en la obra citada de Ramón y Cajal, diciendo que a investigar solo se aprende investigando y que para ser buen arquitecto primero debe haber sido obrero muchas veces.

Para qué es importante el trabajo de tipo experimental, en mi opinión para:

- ✓ **Hacer significativo a los alumnos lo que se está explicando.**
- ✓ Trabajar en contacto con los alumnos y darse cuenta de qué entienden realmente
- ✓ Formar en diversas competencias

Subrayó lo primero porque sé que hay muchísimos que opinan que nunca está justificado hacer un experimento para que los estudiantes entiendan en qué consiste un fenómeno, lo consideran una pérdida de tiempo y de dinero. Después de haber trabajado durante más de cuarenta años de esta forma estoy convencida de la importancia para los estudiantes de este tipo de trabajo pero en un equilibrio con otras enseñanzas, nada es la panacea.

La relación directa con los estudiantes cuando ven un fenómeno es especial suelen expresar lo que sienten con mucha más espontaneidad. Si el trabajo es en el laboratorio le permite al profesor conocer mejor a los estudiantes y darse cuenta de los problemas que tienen para entender lo que le está transmitiendo.

Por otra parte, permite formar en diversas competencias:

- ✓ Aprender a observar.
- ✓ Aprender a expresarse oral y por escrito
- ✓ Plantear preguntas: qué y por qué ocurre.
- ✓ Obtener, evaluar y comunicar la información.
- ✓ Fomentar actitudes de precisión y rigor.
- ✓ Analizar e interpretar datos.
- ✓ Aprender normas de seguridad
- ✓ Adquirir una serie de hábitos de orden, limpieza, respeto, etc.
- ✓ Trabajar en equipo.

Será misión del profesor ayudar a los estudiantes a que adquieran todas estas competencias que he señalado y que le servirán a lo largo de la vida cualquiera que sea su profesión desde portero de una casa a ingeniero de una empresa.

#### **Inconvenientes de este trabajo:**

- **Más caro en tiempo y dinero.**
  - Se pueden buscar experimentos con materiales más baratos.
  - El tiempo se puede disminuir con una buena planificación.
- **Puede ser peligroso**
  - No está justificado hacer experimentos peligrosos aunque a los alumnos les encantan las explosiones.
- **Pueden no salir**
  - Es posible que se aprenda más buscando las causas.

En niveles elementales se debe procurar que el material sea lo más sencillo posible, para que los alumnos puedan entender y seguir bien lo que estamos haciendo. Se debe procurar huir de todo lo que para ellos sean «cajas negras» y de hecho para ellos en la práctica, «cajas negras» son los dispositivos más simples, como ejemplo es curioso comprobar cómo los alumnos nunca se han planteado que una bombilla es un «trozo de hilo conductor» encerrado en una ampolla de vidrio.

#### **Qué ha sucedido con el trabajo experimental en los últimos cincuenta años**

Lo mismo que ha sucedido en otros campos de la enseñanza ha pasado por todos los vaivenes posibles desde considerarlo la panacea hasta el extremo opuesto de detestarlo y decir todos los improperios posibles en contra.

En los años sesenta, cuando aparecieron los proyectos PSSC, CHEM, CBA, Nuffield, se potenció el trabajo experimental y hasta se llegó a afirmar que el método científico era la solución para todos los problemas de la enseñanza de las Ciencias. La experiencia terminó dando la razón a los muchos que dijimos que era absurdo pretender que un alumno llegara a descubrir lo que la humanidad había tardado dos mil años y se había llegado, gracias a unas cabezas privilegiadas que habían visto lo que muchos habían visto, pero habían sido capaces de pensar lo que otros no habían pensado.

Sobre los años noventa hubo una tendencia bastante acusada a decir que el trabajo experimental era una pérdida de tiempo, dinero, etc. como muestra transcribimos un párrafo de Woolnough (1995) que lo deja bastante mal parado, no creemos que se puedan decir más cosas en contra:

*Gran parte del trabajo práctico es inefectivo, acientífico y un freno para los estudiantes continúen con la ciencia.. Es ineficaz para ayudar a los estudiantes a entender los conceptos y teorías de la ciencia. Es acientífico por ser una actividad bastante irreal. Es aburrido y pérdida de tiempo para muchos estudiantes que lo encuentran innecesario e inestimulante.*

Conocimos a Woolnough en una reunión organizada en 1975 por el Comité de Enseñanza de la Física de la IUPAP en la Universidad de Edimburgo, en aquellos tiempos era un gran luchador y de los que mantenía que no estaba justificado hacer un experimento para que los alumnos puedan observar o

comprobar algo. Buscaba siempre unos experimentos que fueran mucho más formativos y productivos para los alumnos, pero debe de ser que no los encontró y se convenció, después de mucho buscar, que todos son malos. No se trata de una opinión momentánea porque en un trabajo publicado en 1997 sigue manteniendo la misma postura.

Hodson (1994) después de hacer un estudio bibliográfico sobre el trabajo de tipo experimental, en el que resalta distintas opiniones, llega a la conclusión de que el trabajo «práctico» no sirve para aumentar la motivación, ni para que los alumnos adquieran destrezas de trabajo, ni conocimientos científicos, ni aprendan como trabajan los científicos. Los siguientes párrafos nos indican cuáles son sus ideas:

*Parece que se está haciendo poco más que seguir unas recetas. En el mejor de los casos, estas actividades son una pérdida de tiempo. Y lo más probable es que causen confusión y resulten contraproducentes.[...]Es frecuente que el trabajo práctico individual se revele contraproducente y de lugar a una comprensión incoherente y distorsionada de la metodología científica»....»baste decir que existe una fuerte corriente de opinión cuyo mensaje es que el aprendizaje basado en el descubrimiento es epistemológicamente equivocado, psicológicamente erróneo y pedagógicamente impracticable.*

Más adelante indica que todos estos problemas se deben a la mala utilización que los diseñadores de los planes de estudio y los profesores hacen de este tipo de trabajo y trata de como se puede «reconceptualizar el trabajo práctico».

Aunque lo pone muy difícil de alcanzar porque dice:

*El primer paso necesario para planificar un currículo más válido desde el punto de vista filosófico (que describa fielmente la práctica científica verdadera) y más eficaz pedagógicamente (que asegure que todos los estudiantes consiguen aprender adecuadamente) es tener claro el propósito de una lección concreta. El segundo paso es escoger una actividad de aprendizaje que se adapte a estos objetivos.*

Y añade que se deben:

*1) Procurar oportunidades enfocadas a que los estudiantes exploren la capacidad que tienen en un momento concreto de comprender y evaluar la firmeza de sus modelos y teorías para alcanzar los objetivos de la ciencia; y 2) Ofrecer estímulos adecuados para el desarrollo y el cambio.*

De entrada, consideramos que Hodson busca una situación ideal y por tanto inexistente. El trabajo de tipo práctico puede ser una gran ayuda, siempre que se sepa incluir dentro de un contexto. Lo bueno está en la búsqueda de un equilibrio entre todas las posibilidades y sin pretender que todo tenga una eficiencia del cien por cien, ni que quede patente en unos conocimientos y unas destrezas cuyo aprendizaje no se pueden determinar a corto plazo. Muchas veces determinadas actuaciones en el aula, en el laboratorio, etc. han influido en una formación, en la adquisición de unos conocimientos, unas actitudes y aptitudes pero no de forma inmediata, y menos en algo cuyos resultados puedan apreciar en una investigación basándose en un tests o en una entrevista que se realiza nada más plantearse el trabajo. De ese tipo de medidas y valoraciones también habría mucho que decir. Me remito a la mejor definición test que le escuche a Cuesta Dutari , profesor de matemáticas de la universidad de salamanca” *Un test es como mirar por el ojo de una cerradura, no se ve nada y es una falta de educación”*.

Un experimento será siempre más instructivo que una descripción del mismo. ¿Cómo puede un alumno entender qué significa que el ácido nítrico ataca el metal por muy bien que el profesor se lo describa? La descripción de un suceso químico no puede, en modo alguno, sustituir al suceso mismo. Es indiscutible que tampoco es suficiente con la observación del suceso, el profesor deberá de describir, con la participación de los alumnos, las posibles reacciones del nítrico con el cobre, pero los alumnos deberán tener la oportunidad de poder observar qué sucede, cómo desaparece el cobre, cómo va cambiando el líquido de verde a azul y se produce una fuerte efervescencia con unos gases que pasan de incoloros rojizos. El experimento será insuficiente si el profesor no le ayuda al alumno a fijarse para comprobar lo que allí está sucediendo:

*«Un experimento más que imitar a cómo trabajan los científicos debe ser un dialogo entre el observador y el mundo natural alrededor del observador » (De Vos, 1986).* Es una actividad que, bien planteada, puede ser muy creativa, ayudar a pensar, aprender a plantearse problemas y preguntas e intentar resolverlos. Desarrolla la capacidad de los alumnos para comprender y llevar a cabo unas instrucciones. Mantiene el interés por la materia mejor que el trabajo teórico y hasta cierto punto puede servir de relax. Sirve para desarrollar una actitud crítica. La discusión de los resultados de un hecho experimental, en el que los alumnos expresan qué es lo que ha sucedido, si eso era lo que, en principio, se esperaba, o buscando qué es lo que verdaderamente ha sucedido, si no coincide con lo previsto, permite a lo alumnos hacerse una idea correcta de cómo se trabaja en Ciencias Experimentales.

De esta forma aprenden a plantearse problemas y cómo se buscan caminos para resolverlos. En todas estas situaciones es fundamental el profesor como guía que les plantea cuestiones y les enseña a ver y a buscar. Para un novato muchas de las posibles observaciones pasan desapercibidas si no se le ayuda.

Cuando ya llevan cierto tiempo trabajando y se les ha enseñado a buscar entonces si se le pueden plantear a trabajos para que desarrollen ellos. Esa idea de que los alumnos construyan su propio conocimiento es buena cuando tienen unas bases sobre las que construir. En los últimos años que di clase me paso una anécdota curiosa, iba en el metro en Madrid y se acerca una estudiante al que yo había suspendido el año anterior, que además yo consideraba que era muy bueno pero vivía a su aire y no daba golpe y me dice “cuanto echo de menos sus clases “ Le conteste pero si te suspendí ya pero este año estoy en una de esas de constructivismo que ni si que quiere la profesora ni que tenemos que construir con la información que nos da”...”Primero digo yo que necesitamos una base para construir”

**Controversias actuales:** se discuten dos posibilidades

- trabajo experimental o virtual
- experimentos en casa

En cuanto a la primera considero que el trabajo experimental es otra cosa diferente a lo virtual y que sería cómo considerar el sustituir una persona por su fotografía y me supo a la opinión de Thomas J. Wenzel, Chair, And Laura Kosbar, Vice-chair, Committee on Professional Training, American Chemical Society “*El trabajo debe ser **experimental** no se debe sustituir por programas **virtuales** que por muy buenos que sean pocas veces están justificados como sustitutivo*”

Opino que los programas virtuales pueden ser un complemento importante pero nunca un sustituto

En un artículo reciente sobre este problema Serrano Pérez (2018) después de hacer una gran defensa de las nuevas tecnologías y de los laboratorios virtuales la conclusión es que debe ser el uso del conjunto de los dos lo que verdaderamente supondrá una ventaja en la enseñanza.

Este trabajo también se puede completar haciendo referencia a ejemplos de la vida diaria conocidos por los estudiantes y que explican infinidad de fenómenos como indica Pinto (2003).

Sobre el trabajo experimental en casa me llama la atención que en la bibliografía la opinión generalizada es que nunca se debe usar en niveles universitarios, pienso que en pocas veces están justificado y que suelen plantear muchos problemas a los padres cuando en niveles no universitario, sobre todo en primaria, los profesores aconsejan a sus alumnos hacer actividades de este tipo en la casa y que no dejan de ser otra complicación en estos tiempos que normalmente los padres tienen unos horarios de trabajo demasiado densos.

Un artículo de C. Carreras (2006) profesora de la UNED defiende el trabajo experimental en casa y pone varios ejemplos para realizar que son interesantes y para estudiantes a distancia están justificados.

**Cómo se debe de hacer:** En pocos casos está justificado hacer el trabajo experimental como si fuera un “show”, yo diría que únicamente en las “ferias de la ciencia” que por cierto ahora son tan numerosas que ya casi han llegado a ser una especie de “polución”, todo se debe utilizar dentro de un equilibrio, ya decían los griegos “nada en exceso”

Algo que hay que tener muy en cuenta es que para que sea efectivo:

Los alumnos deben entregar por escrito:

- -qué ha sucedido
- -por qué ha sucedido

Esos escritos le sirven:

- al alumno para fijarse y tratar de entender
- al profesor para saber qué han entendido

Siguiendo la máxima de Heráclito: “*malos consejeros serán nuestros ojos y nuestros oídos si no tienen un alma que los entienda*”.

De cualquier forma que se plantee el experimento siempre los alumnos deberán hacer, de forma individual, un informe escrito en el que aparezca de forma clara lo que se ha hecho, qué ha sucedido y por qué.

**Cómo se puede hacer:**

- En gran grupo en el aula.
- Trabajando en pequeños grupos:

En el aula.

En el laboratorio.

Los trabajos en gran grupo, que serían los tan "*denostados*" experimentos de cátedra, cada vez se están volviendo a utilizar con más frecuencia y éxito. Se puede utilizar en el momento adecuado y sirven para romper la monotonía de una clase más bien teórica. Tienen los inconvenientes de que no todos los alumnos puedan ver bien, situación que muchas veces se pueden evitar utilizando el retroproyector o el caño de proyección con una cámara pero tienen las ventajas de que el profesor puede servir de guía para enseñar a los alumnos a observar y a plantearse cuestiones.

Nos unimos a la opinión de Johnstone, A. H., y Wham, A. J. B. (1980). *Es una pena que se estén perdiendo hoy día las demostraciones, tienen una enorme fuerza en la ilustración de la teoría. El que hace la demostración nunca le contará a los alumnos lo qué sucede, les hará buscar con sus preguntas qué es lo que realmente está sucediendo y entre el profesor y los alumnos deberán llegar a las deducciones.*

El trabajo en pequeños grupos, si es con material sencillo y fácil de transportar, se puede hacer en el aula y si no se haría en el laboratorio.

Podría ser:

- Un trabajo dirigido en el que todos trabajan paralelamente y se comenta lo que se está haciendo y observando.
- Un trabajo más individual del grupo, que cada uno trabaja más libremente y que se termina con un comentario final.

En el primer caso el trabajo es más rápido pero puede ser una observación excesivamente dirigida, en el segundo caso se debe de dar la opción a que incluso consulten libros, etc. y puede resultar más formativo planteando el trabajo como si fuera más una búsqueda individual o del grupo, lo que algunos llamarían "*una investigación*", aunque creemos que está demasiado lejos de la forma de trabajar los investigadores. No creemos que exista un "*método científico*" único y rígido siguiendo una plantilla.

De todas estas opciones ninguna es la ideal, el éxito estará en buscar un equilibrio usando y no abusando de las diferentes posibilidades.

Un experimento puede ser válido para diferentes niveles y únicamente depende de cómo se haga, de lo que se pretenda hacer ver o buscar, el que sea adecuado para alumnos de más o menos nivel de conocimientos.

Los alumnos, sobre todo los de bachillerato, paralelamente deben tener la posibilidad de trabajar en el laboratorio de una manera menos dirigida empezando por una cierta autonomía hasta irse soltando, por otra parte hay experimentos que no se pueden hacer en aula por el tipo de material necesario.

Para trabajar en el laboratorio los grupos deberían ser de dos alumnos o como máximo de tres. El material y los productos, que están a disposición de los alumnos deben estar perfectamente catalogados en armarios numerados. Los frascos de los productos en la etiqueta además del nombre llevan el armario y la tabla donde están colocados. Por diferentes lugares del laboratorio existirán listas alfabéticas que indican la colocación del material y de los productos.

Directamente a disposición de los alumnos que puedan acceder a ellos sin ningún control sólo existirán materiales cuya utilización no implica riesgo.

Para trabajar de esta forma y con objeto de que lo puedan hacer a su propio ritmo, creemos que lo mejor es que sigan una ficha con instrucciones y preguntas adecuadas que les ayuden a fijarse en lo que sucede. Todas las explicaciones de lo que hacen, los datos que toman, la contestación a las preguntas deben figurar en su cuaderno individual de laboratorio.

El trabajo sigue el ritmo de cada grupo, incluso según las características del grupo se le asignan unos experimentos de un tipo o de otro, constituyendo siempre un desarrollo secuenciado de un determinado tema o trabajo hasta que se compruebe que verdaderamente lo han entendido. Todos los experimentos están enmarcados en un contexto teórico dentro del programa general. Disponen de bibliografía adecuada que pueden consultar o también pueden pedir ayuda al profesor. Uno de los múltiples problemas a resolver en enseñanza es conseguir que los alumnos lean textos de la materia entendiendo lo que leen, a mejorar esta destreza puede contribuir el trabajo de laboratorio siguiendo una serie de fichas de trabajo, donde además de darles unas instrucciones, que al principio no pueden ser tan mínimas, se les remite a

una bibliografía en la que pueden encontrar ayuda para solucionar el problema que se le plantea y poder contestar las cuestiones.

Los libros que se recomiendan al principio deben de ser muy sencillos, de un nivel de divulgación, para que los puedan entender porque si no es así desistirán del empeño y buscarán soluciones más cómodas como puede ser pedir ayuda al profesor o copiar de otro grupo que ha hecho ya el experimento.

El objetivo fundamental de un profesor será lograr que los alumnos tengan iniciativas propias y una cierta independencia para buscar sin ayuda. No es tarea fácil se debe atacar desde muchos ángulos para conseguirlo.

Como ya hemos indicado el trabajo de los alumnos nunca es rellenar fichas, es un cuaderno personal de laboratorio, en el que además de anotar todo lo que van viendo, describir lo que han hecho y ha sucedido, contestan las cuestiones que se le plantean.

Un inconveniente de este sistema de trabajo es que algún grupo que ya ha trabajado sobre ese tema esté dispuesto contarles lo que deben ver o cual es la contestación de las preguntas sin darles la oportunidad de buscarlo ellos mismos.

Por eso a veces interesa cambiar las fichas de trabajo para que no puedan copiar de otro grupo que va más adelantado.

Sobre cómo hacer los grupos hemos ensayado todas las formas posibles de número y manera de agrupar. Consideramos como número ideal dos alumnos y nunca más de tres, porque si no siempre hay alguno que se pierde y no hace nada. A veces incluso siendo dos, sobre la marcha, ha habido algún grupo que lo hemos convertido en dos individuales, porque uno de los integrantes solía estar ausente o solo de cuerpo presente. Otras veces hemos tenido que hacer cambios porque había algún grupo que se perdía completamente y les era imposible trabajar, lo hemos unido a otro grupo de alumnos responsables que les podían ayudar hasta que fueran dándose cuenta de cómo era el trabajo. Esta asociación tampoco le va mal a los alumnos buenos, porque al intentar ayudar a otros ellos aprenden mejor, si fijan más y si van a ser profesores se dan más cuenta de los problemas con que se pueden encontrar al enseñar a sus alumnos.

En cuanto a cómo agrupar los alumnos también hemos ensayado todos los procedimientos posibles: orden alfabético, que se agrupen ellos, los mejores con los no tan buenos...etc. Lo que mejor suele resultar es que se agrupen ellos según sus intereses.

A veces, para discutir determinados temas, unimos varios grupos y al final terminamos la discusión en gran grupo. Para este tipo de discusiones parten de una ficha que les proporcionamos con las ideas más importantes sobre las que deben plantear la discusión. Normalmente las discusiones son sobre trabajos experimentales que ya han realizado todos o, bien, para que diseñen un trabajo experimental, basándose en algo que ya han hecho y que puede valer para solucionar problemas que se han detectado que no quedaban claros. Otra actividad que puede ser interesante es que redacten experimentos en grupos y que se pasen las redacciones de unos grupos a otros para discutir si realmente se entienden o no. Este tipo de actividad de forma individual o en grupo, es necesario hacerla constantemente no sólo en el tema de laboratorio, también con relación a otro tipo de actividades. Cada vez tienen más problemas los alumnos para expresarse de forma oral y escrita por lo que se necesitan este tipo de actividades.

## **Bibliografía**

M. Martín, M<sup>a</sup> T. Martín, Trabajo experimental en la enseñanza de las ciencias experimentales en niveles no universitarios, *Revista Complutense de Educación* Vol. 13 Núm. 1 (2002) 385-396

M. Martín, M<sup>a</sup> T. Martín *Experimentos de Química. Guía del Profesor*, (2012) Editorial Académica Española.

Ramón y Cajal, S. *Reglas y consejos sobre investigación científica. Los tónicos de la voluntad* (15.<sup>a</sup> edición) (1999).. Madrid: Espasa Calpe, Colección Austral.

Johnstone, A. H., y Wham, A. J. B. A case for variety in practical work. *School Science Review*, (1980). 61 (217): 762-765

G. Pinto, P. Escudero y M. Martín Aportaciones sobre el aprendizaje activo de la química, *Anales de Química*, 2008, 104(3) 211-214

E. Dale, *Audio-visual methods in teaching* (3<sup>a</sup> ed.), Ed. Holt, Reinhart and Winston, New York, 1969.

R. Moreno del Castillo - "¿Enseñamos, innovamos o entretenemos?", Conferencia en Leon 6/6/2017  
<https://es.scribd.com/archive/plans?doc=368364604>

Woolnough, B. E. *Switching the students onto Science*. (1995). Londres: British Council Science Education Newsletter.

Woolnough, B. E. Motivating students or teaching pure science? *School Science Review*: (1997). 67-72.

Hodson. D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, (1994).  
12 (3): 299-313.

De Vos, W., y Verdonk, A. H. (1986). A New Road to Reactions. Part 3: Teaching the heat effect of reactions. *Journal of Chemical Education*, 63 (11): 972-974.

Thomas J. Wenzel, Chair, And Laura Kosbar, Vice-chair, Committee on Professional Training, American Chemical Society, *C&E*, 5/12/16

J.J. Serrano Pérez Sinergias entre laboratorios virtuales y tradicionales en la enseñanza de las ciencias,  
*Revista Española de Física*, 2018, 32(2), 30-32

C. Carreras, El trabajo experimental en la enseñanza de la Física *Revista Española de Física*, 2006, 20(2),  
55-61

G. Pinto , Didáctica de la Química y vida cotidiana, *Anales de Química*, 2003, 99(1) 44-52

Videos: <https://www.youtube.com/user/monleras/videos>

VIDEOS DE LA UCM

[https://drive.google.com/open?id=1QWoXEANnJvKfD\\_IYktd3a\\_VftmjCBro](https://drive.google.com/open?id=1QWoXEANnJvKfD_IYktd3a_VftmjCBro)



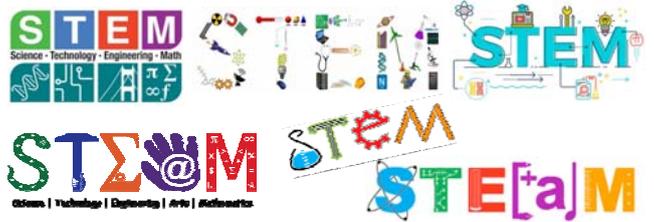
## Física y química en la enseñanza STEAM

Gabriel Pinto Cañón

Jornadas sobre  
**"Retos en didáctica de la física y la química:  
 Homenaje al Prof. Dr. Julio Casado"**  
 4-5 de julio de 2018



- Introducir las áreas STEM y STEAM.
- Promover el aprendizaje por indagación.
- Informar de ejemplos prácticos (resultado abierto, búsqueda de datos, trabajo cooperativo, contextualizados...) como inspiración.
- Informar sobre fuentes de recursos educativos; especialmente el proyecto europeo Scientix.



## Competencias clave del currículo en el Sistema Educativo Español

1. Comunicación lingüística.
2. Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.
3. Competencia digital.
4. Aprender a aprender.
5. Competencias sociales y cívicas.
6. Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.
7. Conciencia y expresiones culturales.



## STEM, acrónimo de disciplinas académicas (CTIM)

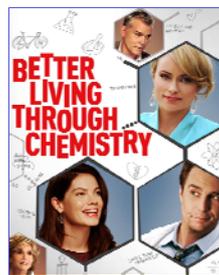
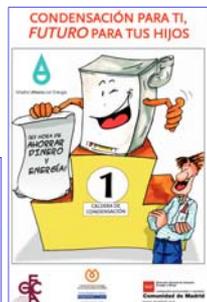
- Fundamentales para sociedad tecnológicamente avanzada.
- Se inició en EE.UU. para:
  - Inmigración; falta de candidatos para ciertos empleos.
  - Educación; preocupación por enseñanza poco integrada.
- Apoya extensión de estudio de ingeniería desde escuela primaria.



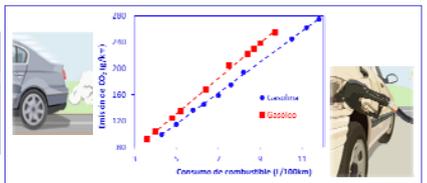
**Velocidad de fusión del hielo en distintas disoluciones: un ejemplo de aprendizaje activo de la ciencia**  
 Industrial de hielo del gel en diferentes disoluciones: un ejemplo de aprendizaje activo de la ciencia.  
 Rate of ice melting in different solutions: an example of active learning of science.  
 Gabriel Pinto / Universidad Politécnica de Madrid, ETS de Ingeniería Industrial / Universidad de Valencia, Facultad de Química

**Las bebidas autocalentables y autoenfriables como recursos para un aprendizaje activo**  
 Las bebidas autocalentables y autoenfriables como recursos para un aprendizaje activo.  
 Self-heating and self-cooling beverages as resources for active learning.  
 María Luisa Prologo / IIS Ciudad Jardín (Málaga) / Gabriel Pinto / Universidad Politécnica de Madrid, ETS de Ingeniería Industrial

**Termoquímica de las calderas domésticas de condensación: un caso de aprendizaje contextualizado por indagación dirigida**  
 Termoquímica de las calderas domésticas de condensación: un caso de aprendizaje contextualizado por indagación dirigida.  
 Thermochemistry of domestic condensing boilers: a case of contextualized and inquiry-guided learning.  
 Gabriel Pinto / Universidad Politécnica de Madrid, ETS de Ingeniería Industrial



Química y física de algunos efectos especiales en cinematografía: Una propuesta educativa y para la divulgación  
 Gabriel Pinto\*, María Luisa Prologo\*\*, José Vicente Alonso\*\*  
 \*E.T.S. de Ingeniería Industrial, Universidad Politécnica de Madrid, José Gutiérrez Abascal 2, 28002 Madrid, España.  
 \*\*Centre de Ciències Pràctiques, Avda. de Luis Buñuel 6, 29011 Málaga, España.  
 \*gabriel.pinto@upm.es, \*\*marluisaprologo@umail.com, jvicens@ciencia.ujaen.es



## Algunas fuentes de recursos (aparte de revistas y libros)

<http://bit.ly/2pfEUPx>

JCE, An. Quím., Eureka, EduQ, Rev. Esp. Fís., Alambique...



The Salters' Institute (1.918)

The Salters' Company (1.394)



JORNADAS SOBRE INVESTIGACIÓN Y DIDÁCTICA EN ESO Y BACHILLERATO



La Comisión Europea financia muchos programas para educación y promoción de carreras STEM.



### Introducción:

- Formación en **competencias** (*key competences*) es determinante para el bienestar económico y social.
- Competencias STEM claves para formar jóvenes en conocimiento y habilidades para **participar plenamente en sociedad**.
- **Temas STEM no son populares** en jóvenes (y en Europa menos).
- **Interés decreciente** por STEM, a pesar de acciones.
- 1/3 profesores / investigadores europeos > **50 años**.
- **Europa necesita** estudiantes, ciudadanos y **profesores entusiastas**, para dar apoyo a profesionales STEM.



### Características:



- Promociona buenas prácticas.
- Promueve y apoya colaboración europea entre **múltiples actores**: docentes, investigadores en educación, responsables políticos, padres de alumnos...
- Ayuda a asegurar que lo invertido en educación STEM llega a quien lo necesita.
- Permite el contacto (presencial, sesiones formativas, conferencias *online*...) de personas / grupos de toda Europa (y más).



### Servicios:

- Portal **Web** (gratuito) en 8 idiomas (inglés, español...).
- **Recursos didácticos** de alta calidad: > 250 proyectos educativos, > 600 materiales, > 500 informes investigación, > 20 formatos (aplicación, caso, juego, experimento, video...), clasificados por nivel / idioma / área (astronomía, tecnología...).
- **Traducción** (23 idiomas) de materiales educativos bajo demanda.
- **Información** de eventos y últimas noticias de educación STEM.
- **Formación online y presencial** (*Science Projects Workshops en Future Classroom Lab, Scientix conferences*...).
- **Comunidades para compartir experiencias** (*chats*): *Scientix Communities of Practice (CoP)*.

- Punto Nacional de Contacto: **intef** Programa Nacional de Innovación Tecnológica y Formación del Profesorado
- **Scientix Ambassadors** (~ 500 de 40 países):  
  - ✓ Seleccionados entre profesores que realizan formación y se comprometan a difundir actividades Scientix.



¡Gracias por la atención!  
gabriel.pinto@upm.es

<http://scientix.eu>



**CIENCIA EN EL MUSEO DEL PRADO**  
 Jornadas sobre "Retos en didáctica de la física y la química"



"Contra toda opinión, no son los pintores sino los espectadores quienes dan vida a los cuadros" (M. Duchamp)

**OBJETIVOS**

"Todas las Artes y Ciencias son ramas del mismo árbol dirigidas a ennoblecer la vida humana" (Albert Einstein)

- ROMPER LA DICOTOMÍA ENTRE CIENCIA Y ARTE
- POTENCIAR LA CAPACIDAD DE OBSERVAR, ANALIZAR Y DISFRUTAR DE LA CIENCIA QUE SE ESCONDE EN EL MUSEO DEL PRADO
- CREAR NUEVOS RECURSOS DIDÁCTICOS
- FORMAR CIENTÍFICOS MÁS HUMANISTAS



**ARTE Y SEUDOCIENCIA**

- LA ALQUÍMIA EN EL ARTE
- LOS ORIGENES DE LA QUÍMICA
- CIENCIA Y SUPERSTICIÓN
- SEUDOCIENCIAS EN EL SIGLO XXI



El Cirujano Jan Sanders (1555)

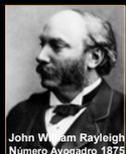


El Alquimista David Teniers (1640)

**"El nacimiento de la Ciencia, fue la muerte de la superstición" (Thomas Henry Huxley)**



Samuel Hahnemann



John William Rayleigh  
 Número Avogadro 1875



**LEY DE LOS INFINITESIMALES**  
 Cuanto más diluida se encuentre la sustancia química presente en el medicamento, más eficaz y potente será su efecto



**ARTE Y CIENCIA DEL FUEGO**

**"El Fuego llevó a la Humanidad a la Civilización Actual"**

- EL TRIANGULO DEL FUEGO
- COMBUSTIBLES Y COMBUSTIONES
- FORMAS DE ILUMINACIÓN
- APLICACIÓN A LA VIDA COTIDIANA



Fábula 1580 El Greco



Imposición de la casulla a S. Ildefonso. Murillo



## ARTE Y CIENCIA DE LA PÓLVORA



Partida de caza Goya 1775

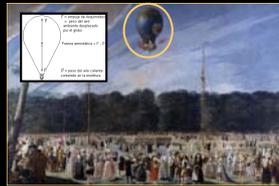


Defensa de Cádiz. Zurbarán 1634



## ARTE Y CIENCIA DE VOLAR

"Vivimos sumergidos en el fondo de un océano de aire" Torricelli.(1608-1647)



Ascensión de un globo Montgolfier.  
Antonio Carnicero 1784



Los tres viajeros importantes  
Francis Rigaud 1785



## ARTE Y CIENCIA DE LA LUZ

La luz es la forma más refinada de la materia  
Louis De Broglie



Un puerto de Mar  
Jan Petereers



Alegoría del Aire  
A. Palomino



La vista. P. Rubens



Embarco en Ostia  
Claudio Lorena



La Familia de Carlos IV.  
F. Goya

## ARTE Y CIENCIA DE LA LUZ

Hay dos maneras de difundir la luz, ser la lámpara que la emite, o el espejo que la refleja. Lin Yutang



La Fragua de Vulcano.  
Velázquez

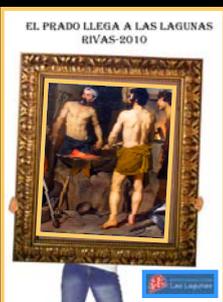


LEY DE STEFAN-BOLTZMANN  
 $W = \sigma \cdot T^4$



LEY DE WILHELM WIEN  
 $\lambda_m T = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$

## EL PRADO LLEGA AL INSTITUTO LAS LAGUNAS



"TODA PERSONA TIENE DERECHO A GOZAR DE LAS ARTES Y DE LOS BENEFICIOS DE LA CIENCIA"  
(Declaración Universal de los Derechos Humanos. Art. 27)



## Ciencia en Acción, un evento para divulgar ciencia.



<http://cienciaenaccion.org/>

Marisa Prolongo  
[marisaprolongo@hotmail.com](mailto:marisaprolongo@hotmail.com)

## ¿QUÉ ES?



**Ciencia en Acción** es un **Concurso Internacional de Ciencia**, que se celebra cada año en un lugar de España, **donde se presentar la ciencia de una manera atractiva y motivadora**, de modo que el gran público se interesen por ella y a lo largo del concurso, disfruten atendiendo a las conferencias, experimentos y observando y participando en la feria.

## DIRECTORA



**D<sup>a</sup> Rosa M<sup>a</sup> Ros Ferré**, directora de **Ciencia en Acción**, ha asumido el proceso de generación y desarrollo en España del Programa desde su inicio.



## DESTINADO



El concurso está dirigido a profesores de enseñanza primaria, secundaria y de universidad; a estudiantes, a investigadores, a divulgadores científicos de los medios de comunicación o pertenecientes a organismos y museos relacionados con la ciencia, así como a cualquier persona interesada en la enseñanza y divulgación de la ciencia en cualquier país de habla hispana o portuguesa.

## OBJETIVOS



- Encontrar ideas innovadoras que hagan la ciencia más atractiva para la ciudadanía.
- Subrayar el carácter internacional de la ciencia.
- Contribuir a extender los contactos científicos y en materias divulgativas en el marco europeo.
- Realizar materiales pedagógicos útiles y de calidad (textos, imágenes, videos, etcétera) que sirvan de ayuda para complementar los contenidos curriculares para los diversos niveles educativos.
- Fomentar en los educadores el interés por la ciencia de manera activa para llegar a los estudiantes en las aulas.
- Involucrar a investigadores en actividades de divulgación científica.
- Incrementar la cultura científica de la ciudadanía.
- Mostrar la importancia de la ciencia para el progreso de la sociedad y el bienestar de los ciudadanos.

## INSCRIPCIÓN



- El plazo de presentación de todas las modalidades finaliza el **15 de mayo de 2018**.
- Se ha de realizar la inscripción a través de la página de Internet (<http://www.cienciaenaccion.org>) incluyendo un resumen o breve descripción de las características de la propuesta (objetivos, estructura, metodología, contenidos, público al que se dirige...). El resumen tendrá una extensión máxima de 15 líneas, deberá estar redactado en inglés y en uno de los idiomas oficiales del Estado español o en portugués.

## SE VALORA



- Se tendrá en cuenta su interés, utilidad, originalidad, calidad y presentación.
- La obra deberá ofrecer una visión atractiva de la ciencia, facilitar su comprensión por parte de estudiantes y públicos no especializados, valorando, preferentemente, las posibilidades de amplia difusión y alcance de los trabajos.

## MODALIDADES



- Demostraciones de física\*
- Laboratorio de matemáticas\*
- Demostraciones de química\*
- Laboratorio de biología\*
- Laboratorio de geología\*
- Ciencia y tecnología\*
- Sostenibilidad\*
- Ciencia, ingeniería y valores
- Física y Sociedad\*
- Biomedicina y Salud\*
- Puesta en escena\*
- Materiales didácticos de ciencia en soporte no interactivo e interactivo\*\*:
- Trabajos de divulgación científica\*\*
- Cortos científicos\*\*

## ADOPTA UNA ESTRELLA



- "Investiga en Astronomía"
- "Investiga en Astrofísica"
- "Habla del Universo"



## ESTE AÑO



La decimonovena edición de "Ciencia en Acción"



## EXPERIMENTOS



- <http://cienciaenaccion.org/experimento/>
- <http://cienciaenaccion.org/experimento/?c=reacciones-quimicas>

## ALGUNOS TRABAJOS PRESENTADOS



- Dispositivo para medir el índice de refracción Granada 2011
- ¿Quieres una bebida fría ahora? Granada 2011
- Ciencia con estropajo Madrid 2012
- Química con medicamentos Bilbao 2013
- Los colores de los iones de manganeso con chupachups Barcelona 2014
- Este ácido, me lo como Algeciras 2016
- Aprender Ciencia indagando sobre "efectos especiales" Algeciras 2016
- Ciencia terrorífica Ermua 2017
- Lanzadores de cohetes en la E.S. Madrid 2012



Esto no salía (así) en mi libro de Química:

Nuevas perspectivas en historia de la ciencia para la enseñanza del Sistema Periódico

M Ga  
d Sc Mt

Jornadas sobre "Retos en didáctica de la física y la química: Homenaje al Prof. Dr. Julio Casado" 4-5 de julio de 2018

Luis Moreno Martínez  
[www.luismormz.com](http://www.luismormz.com)

Instituto de Historia de la Medicina y de la Ciencia López Piñero, Universitat de València

Grupo de Didáctica e Historia de las Reales Sociedades Españolas de Física y de Química




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

+ El mito  
Inspiración y revolución

Md

En A, B acaba con C, introduciendo D

A	B	C	D
1789	Lavoisier	la teoría del flogisto	la balanza en la práctica química
1828	Wöhler	la teoría del vitalismo	las bases de la química orgánica
→ 1869	Mendeleiev	el "desorden químico"	el Sistema Periódico

---

---

---

---

---

---

---

---

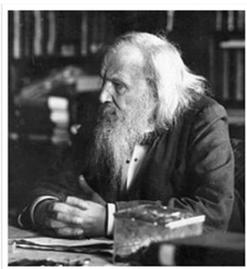
---

---

+ La historia  
Circulación y apropiación

Ga Sc

- ✓ Los manuales para la enseñanza
- ✓ El descubrimiento del Ga y el Sc
- ✓ La irrupción de la mecánica cuántica en la química




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**+** **El reto**  
 Reaprender la historia de la química a través del Sistema Periódico

**Mt**

**Mujeres y Sistema Periódico**



**Más allá de la colectividad en la ciencia**

**De la "historia" de la ciencia como discurso del éxito a la historia de la ciencia como herramienta de análisis**

---

---

---

---

---

---

---

---

**+** **Posible recurso de interés**  
 Esto no salía en mi libro de Ciencias

Md

Ga

Sc

Mt




---

---

---

---

---

---

---

---



JORNADAS SOBRE  
"RETOS EN DIDÁCTICA DE LA FÍSICA Y LA QUÍMICA:  
HOMENAJE AL PROF. DR. JULIO CASADO"  
4-5 de julio de 2018

## CTSA Y PRUEBAS DE QUÍMICA PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD

Almudena de la Fuente Fernández (Colegio Ntra. Sra. de los Ángeles y RSEQ)

## LO QUE DICE LA LEY...

Según la LOE, la asignatura de Química debe:

- "... proporcionar a los estudiantes una herramienta para la comprensión del mundo en que se desenvuelven, no solo por sus repercusiones directas en numerosos ámbitos de la sociedad actual, sino por su relación con otros campos del conocimiento como la medicina, la farmacología, las tecnologías de nuevos materiales y de la alimentación, las ciencias medioambientales, la bioquímica, etc".
- "... prestar especial atención a las relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA), en particular a las aplicaciones de la química, así como a su presencia en la vida cotidiana, de modo que contribuya a una formación crítica del papel que la química desarrolla en la sociedad".

## ... Y LA REALIDAD DE LAS AULAS

- "La naturaleza de las PAU obliga al profesorado a desarrollar una enseñanza centrada en el aprendizaje de conceptos: la enseñanza se hace más enciclopédica y se desarrolla de manera apresurada, sin la profundidad y la reflexión necesarias para que los estudiantes puedan comprender sus dimensiones científicas más importantes" (Banet, 2010).
- "Puede considerarse normal, desde esta perspectiva, la escasa atención prestada habitualmente [...] a aspectos relacionados con la historia de la química, la naturaleza de la ciencia y perspectivas próximas a las orientaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad del currículum" (Franco, 2015).
- "...los contenidos de tales pruebas deberían comprometerse mucho más con los de las innovaciones educativas o, de lo contrario, seguirán actuando como elemento disuasivo de cualquier iniciativa innovadora que el profesorado pudiera desear emprender." (Oliva y Acevedo, 2005).

## LAS RELACIONES CTSA Y SU TRATAMIENTO EN LAS PAU Y EN EL AULA

### PREGUNTAS REFERENTES A RELACIONES CTSA EN LAS PAU

### ASPECTOS DE LAS RELACIONES CTSA TRATADOS EN LAS PAU

## ¿CÓMO PUEDEN CONTRIBUIR LAS PAU A MEJORAR LAS RELACIONES CTSA?

### Relacionando la química con la vida cotidiana:

Con el paso del tiempo, las tuberías pueden tener problemas de obturación a causa de residuos que pueden quedarse adheridos. En el mercado se encuentran diferentes desatascadores comerciales líquidos, algunos de ellos a base de NaOH. Para determinar la concentración de este compuesto en el producto comercial puede efectuarse una valoración ácido-base empleando como valorante una disolución de ácido clorhídrico de concentración conocida.



### Contextualizando en el entorno geográfico:

Uno de los principales ríos que suministran agua a la ciudad de Barcelona es el río Llobregat. En una analítica rutinaria del agua de este río se han obtenido los siguientes datos:

Parámetros	Valores
pH	7,45
iones cloruro, Cl <sup>-</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	298
iones sulfato, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	207
iones calcio, Ca <sup>2+</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	128
iones magnesio, Mg <sup>2+</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	41,9
iones sodio, Na <sup>+</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	87,4

### Con enunciados motivadores que muestren la utilidad de la química:

Suponga que cuando está a punto de comenzar el partido de la final del Mundial de fútbol de 2018 se descubre que unos ladrones han robado el trofeo, que está hecho de oro. Al no poder fabricarse uno nuevo a tiempo de entregarlo al equipo ganador del partido, se decide tomar una reproducción hecha de un metal corriente y recubrirla de una fina capa de oro mediante electrolisis.

- Haga un dibujo del montaje experimental que propondría para recubrir la reproducción del trofeo de una capa de oro, si se dispusiera de una celda electrolítica, una disolución acuosa de AuCl<sub>3</sub> y un electrodo inerte. ¿Cómo se llama el electrodo donde se colocaría la reproducción del trofeo y qué polaridad tiene? Escriba la semirreacción que hace que el oro se deposite sobre la reproducción del trofeo.



## CONCLUSIONES

- Se constata una presencia muy escasa de preguntas referentes a las relaciones CTSA en las PAU de la mayoría de las CCAA.
- En algunas comunidades, especialmente en Cataluña, estas pruebas prestan una atención mucho mayor a aspectos como la vida cotidiana o la industria, incluyendo además elementos que contextualizan la información y motivan a los estudiantes.
- Sería conveniente una modificación de los contenidos de las PAU a nivel nacional que contribuyera a fomentar las dimensiones más formativas de la enseñanza de la química en bachillerato.

## **Ponencia sobre “Introducción de objetos de aprendizaje audiovisuales en un primer curso de química del grado de Ciencia y Tecnología de los Alimentos”**

Juan Antonio Llorens (UPV).

**Comunicación:** <https://media.upv.es/player/?id=18e9f5b0-67ce-11e8-aab9-a1a4e108f2ab>

Enlace de la presentación en *Power-Point* utilizada en la grabación del video (a partir de ella puede acceder tanto a los trabajos como a los materiales didácticos):

<https://poliformat.upv.es/access/content/user/19877419/Presentaci%C3%B3n%20Jornadas%20UPM.pptx>

### **Enlaces de los objetos de aprendizaje que utiliza en la introducción a la química orgánica:**

<https://media.upv.es/player/?id=ad3ea250-b87f-11e7-9aae-59f0880c7499>

Screencast grupos funcionales

<https://media.upv.es/player/?id=3e54e110-2db5-11e7-a50a-535b6ca67416>

Como modificar y animar la representaciones tridimensionales (ChemSketch)

<https://media.upv.es/player/?id=e62d4860-2db4-11e7-a50a-535b6ca67416>

Inserción de textos (ChemSketch)

<https://media.upv.es/player/?id=b178b2d0-2db4-11e7-a50a-535b6ca67416>

Movimientos en el plano y tridimensionales de fórmulas y gráficos.

<https://media.upv.es/player/?id=81a1c510-07e4-11e7-b987-ab956caf10fc>

Compuestos heterocíclicos aromáticos

<https://media.upv.es/player/?id=6c9c25c0-07e4-11e7-b987-ab956caf10fc>

Reacciones de sustitución nucleofílica SN1 (Ensayo de Lucas)

<https://media.upv.es/player/?id=d508bd60-fcec-11e6-99b8-01421013858a>

Aromaticidad (Interactivo)

<https://media.upv.es/player/?id=c2376330-fcec-11e6-99b8-01421013858a>

Reacciones de oxidación de alquenos (Interactivo)

<https://media.upv.es/player/?id=8d5a5e80-20b8-11e6-acdb-7ff9538171bf>

ChemSketch. Herramientas básicas y estructuras.

<https://media.upv.es/player/?id=8d5a3770-20b8-11e6-acdb-7ff9538171bf>

ChemSketch. Introducción de grupos funcionales.

<https://media.upv.es/player/?id=8d5a8590-20b8-11e6-acdb-7ff9538171bf>

ChemSketch. Nomenclatura, representaciones 3D y exportación a otras aplicaciones

<https://media.upv.es/player/?id=ecfefdf0-11d1-11e6-b754-2d95cd34df42>

Estabilidad de los cicloalcanos

<https://media.upv.es/player/?id=6049c930-d6f8-11e5-a693-39491eb92ab3>

Condensación aldólica

<https://media.upv.es/player/?id=22bff4a0-c419-11e5-8125-1f877190137c>

Triglicéridos. Reacciones de saponificación y transestrificación.

<https://media.upv.es/player/?id=e0a83f50-c418-11e5-8125-1f877190137c>

Tautomería ceto-enólica

<https://media.upv.es/player/?id=39a704ed-f49f-7d4e-855e-8deba5e90fc6>

Algunas ideas importantes al empezar a estudiar química orgánica

<https://media.upv.es/player/?id=5733cd0c-3a03-db4a-a7e9-68be3bf0d904>

Estereoisómeros ópticos con dos carbonos asimétricos

<https://media.upv.es/player/?id=ed5f81a2-036b-5e4c-b8b9-01c42ad03a87>

Empleo de la notación E-Z en la isomería cis-trans

<https://media.upv.es/player/?id=236d3b07-5841-5944-ae5d-8d19a1e2a4c9>

Isomería cis-trans

<https://media.upv.es/player/?id=bc523119-c6a5-1f45-b82a-b9c41c6a93a5>

Representación de los estereoisómeros ópticos mediante la notación de Fisher

<https://media.upv.es/player/?id=0907299c-cb42-c345-8747-6fbfd1708897>

Estereoisomería óptica. Asignación de las configuraciones R/S a los centros quirales.

<https://media.upv.es/player/?id=338059d7-adc3-cc4a-8b8b-832dfc6782a8>

Viscosidad de los alcoholes y fuerzas intermoleculares

<https://media.upv.es/player/?id=b178d01d-3599-df4d-b0b9-6fdd207ed494>

<https://media.upv.es/player/?id=778d9f4a-28eb-4c4c-9ba9-f3a4f7550e55>

Fuerzas intermoleculares

<https://media.upv.es/player/?id=f06d089f-8cd3-6644-aca3-e6072ff7840c>

Quiralidad y actividad óptica en las moléculas orgánicas

<https://media.upv.es/player/?id=555cb0a6-7868-8848-aac1-1ca679811687>

Oxidación-reducción en química orgánica

<https://media.upv.es/player/?id=be6305e4-169e-6c46-a0fe-83dcc3cbcca3>

Una breve introducción histórica a la química orgánica

<https://media.upv.es/player/?id=2918478a-2087-814d-8faa-07988c81cb11>

Los alcoholes en las plantas. Algunos ejemplos de interés.

<https://media.upv.es/player/?id=b4118def-c902-1a4a-b464-0273b2a3e4fb>

Polaridad de las moléculas

<https://media.upv.es/player/?id=56dea36a-cc6d-db41-8374-284ff3521978>

Efecto inductivo en las moléculas orgánicas

<https://media.upv.es/player/?id=f019afc3-04bc-554f-ac3c-19ae5baab0e9>

Basicidad de las aminas

<https://media.upv.es/player/?id=a27c8609-8513-ca46-b68c-412ef61a9064>

Reacciones que transcurren mediante carbocationes como intermedios. Interpretación de la regla de Markovnikov.

<https://media.upv.es/player/?id=3f16190a-76b0-764a-88b0-06a6ffe0358e>

Acidez de los ácidos carboxílicos

<https://media.upv.es/player/?id=210c0ad7-d6e0-764b-9be9-f287a5382f5b>

Demostración experimental de la existencia de radicales libres

<https://media.upv.es/player/?id=ca6c8b96-a0c0-934d-8b0a-59532e3dbc31>

Intermedios de reacción en química orgánica. Radicales libres.

<https://media.upv.es/player/?id=fe1e4fc1-aa87-ac46-81ec-275ed0224098>

Estados de transición e intermedios de reacción en química orgánica.

<https://media.upv.es/player/?id=84b40bf5-739e-4a4f-bae7-944b7a9aee7d>

Cálculos estequiométricos en la reacción química: relación entre consumo de combustible y emisiones de CO<sub>2</sub> en los automóviles

<https://media.upv.es/player/?id=84b40bf5-739e-4a4f-bae7-944b7a9aee7d>

Enlace de hidrógeno

<https://media.upv.es/player/?id=e79800ee-b669-494d-bd15-cdcc53c21b3b>

Fuerzas intermoleculares

<https://media.upv.es/player/?id=b25844f8-a589-5441-8afd-ee0d7a3fafb7>

Fuerzas intermoleculares y puentes de hidrógeno

<https://media.upv.es/player/?id=622e2c7a-7a3e-2e49-9759-0a367966a846>

Síntesis del nilón 10.6

**Jornadas sobre "Retos en didáctica de la física y la química: Homenaje al Prof. Dr. Jesús Casado"**  
 4 y 5 de julio de 2018

**Sesión II. Temas actuales de didáctica de la física y la química**

**Contribución de la mujer al desarrollo de la física y la química. Estudio de su presencia/ausencia en las aulas y propuestas de trabajo**

**M. Araceli Calvo Pascual**

**El 63% de los españoles cree que las mujeres no valen para científicas de alto nivel**

**MANIFIESTO AYÚDANOS A "CAMBIAR LAS CIFRAS"**

**"El mundo necesita Ciencia y la Ciencia necesita mujeres"**

6 Incentivar las vocaciones científicas y el interés por la ciencia desde niñas. Para conectar a las niñas con la ciencia es necesario que desde pequeñas tomen conciencia de que su potencial y sus capacidades son iguales que las de los hombres. Solo así contribuiremos a superar ciertos estereotipos arraigados en la ciencia y a que se denienten motivadas para inspirarse en científicas españolas de éxito y seguir su ejemplo. Hoy es ya un hecho que la presencia de la mujer en todas las carreras universitarias es mayoritaria, con la excepción de las titulaciones técnicas donde esta tasa no llega al 30%.

<https://youtu.be/dcBSiFW-Ay0>

**La igualdad de género en ciencia: ¿Es solo una cuestión de tiempo?**  
 Jorge Talavera Sánchez

**Tabla 1. Mujeres premiadas con el Nobel en áreas científicas**

Premio Nobel	Lauradas
Fisiología y Medicina	Gerty Theresa Cori (1947)
	Rosalind Elms (1962)
	Barbara McClintock (1981)
	Rita Levi Montalcini (1986)
	Gertrude B. Elion (1988)
	Christiane Nüsslein-Volhard (1995)
	Linda B. Buck (2004)
	Frances Arnold-Schwartz (2008)
	Carol W. Greider (2009)
	Elizabeth Blackburn (2009)
May-Britt Moser (2014)	
Yoshinori Tu (2015)	
Química	Maria Curie (1911)
	Irène Joliot-Curie (1935)
	Dorothy C. Hodgkin (1964)
Alicia E. Keyfitz (2008)	
Física	Maria Curie (1903)
	Maria Goeppert-Mayer (1962)

Este 115 años de historia de los premios Nobel, desde 1901, 18 investigadores han conseguido alzarse con el premio. Y es de por sí un galardón más prestigioso que el premio al compararlo con el número de premiados masculinos en el mismo período y campo científico los resultados son más excluyentes como se muestra en la Tabla 2.

Premio Nobel	Laurados	Lauradas
Fisiología y Medicina	188	12
Química	171	4
Física	206	2

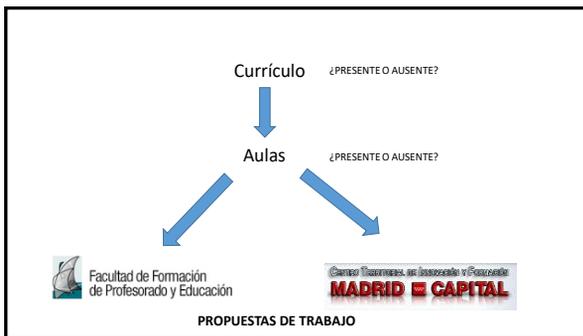
**Tabla 2. Comparación de hombres y mujeres premiados con el Nobel en campos científicos**

<https://goo.gl/images/8RV6b>

**¿Podría citar los nombres de las mujeres que en su opinión han contribuido de manera significativa al desarrollo de la ciencia a lo largo de la historia?**

Almodóvar, M. A. (1996). *Mujer y ciencia en Iberoamérica. Irribilidad y familia*. En T. Ortiz Gómez y G. Becerra Conde (Eds). *Mujeres de ciencias. Mujer, feminismo y Ciencias naturales, experimentales y tecnológicas*. (pp. 83-95) Granada: FEMINAE. Universidad de Granada. Seminario de Estudios de la Mujer

<https://goo.gl/images/8RV6b>



**Actividades sobre la igualdad de género en la ciencia**

11 de febrero. Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia

**II Concurso de Pósteres "¿Igualdad de Género en la Ciencia? Vivencias de alumnas, profesoras y científicas"**

Fecha de presentación: del 29 de enero al 26 de febrero de 2018

<https://11defebrero.org/2018/01/28/ii-concurso-de-posteres-igualdad-de-genero-en-la-ciencia-vivencias-de-alumnas-profesoras-y-cientificas/>

Objetivo:  
 Promover que los/as futuros/as docentes de los centros educativos de Infantil, Primaria y Secundaria, reflexionen sobre el papel que la mujer ha tenido y tiene en el ámbito científico, como estudiante y como profesional (científica y/o docente de ciencias).

