



**VNiVERSiDAD
D SALAMANCA**

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA FÍSICA**

Plaza de los Caídos s/n 37008 - Salamanca
Tel (34) 923 29 44 87 Fax . (34) 923 29 4574 www.usal.es

Salamanca, 30 de Junio de 2024

Adjunto remito la Memoria Final correspondiente al **Proyecto de Innovación Docente valorado positivamente con referencia ID2023/248 (RECURSOS AUDIOVISUALES PARA CONSTRUIR UN CATÁLOGO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO)**, coordinado por la **Dra. D^a. Susana Gómez Carrasco**, y desarrollado con la colaboración del siguiente **equipo de trabajo**:

**Dra. D^a Sandra Gómez Rodríguez
Dr. Alberto Martín Santa Daría
Anzhela Veselinova Marinova
Jesús Aldegunde Carrión**

En consecuencia, y de conformidad con lo establecido en la *CONVOCATORIA DE AYUDAS DE LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA A PROYECTOS DE INNOVACION Y MEJORA DOCENTE CURSO 2023-2024* solicito sean emitidos los certificados correspondientes.

Atentamente,

**Fdo.: Susana Gómez Carrasco
Departamento de Química Física**

**VICERRECTORADO DE CALIDAD Y ENSEÑANZAS DE GRADO
VICERRECTORADO DE POSTGRADO Y ENSEÑANZAS PROPIAS**



VNiVERSIDAD
D SALAMANCA

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

PROYECTO DE INNOVACION DOCENTE

Curso 2023-2024

MEMORIA FINAL

PROYECTO: ID2023/24-8

RECURSOS AUDIOVISUALES PARA CONSTRUIR UN CATÁLOGO DE PRÁCTICAS
DE LABORATORIO

Salamanca a 30 de Junio de 2024

COORDINADORA DEL PROYECTO: Susana Gómez Carrasco

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I. EQUIPO DE TRABAJO .

II. INTRODUCCIÓN

III. OBJETIVOS

IV. TEMPORALIZACIÓN Y TAREAS

V. RESULTADOS

I. EQUIPO DE TRABAJO

Los miembros de este proyecto de innovación docente son:

| NIF/NIE/Pasap. | Nombre y apellidos | E-mail |
|----------------|-----------------------------|----------------------|
| 50744423-Y | Sandra Gómez Rodríguez | sandra.gomez@usal.es |
| 08199460-Y | Anzhela Veselinova Marinova | anzheves@usal.es |
| 70886291-S | Alberto Martín Santa Daria | albertoms@usal.es |
| 07985680-B | Jesús Aldegunde Carrión | jalde@usal.es |
| 06582300-E | Susana Gómez Carrasco | susana.gomez@usal.es |

II. INTRODUCCIÓN

Las asignaturas de "Física Aplicada y Físicoquímica I (cod. 100104)", "Física Aplicada y Físicoquímica II (cod. 100105)" y "Termodinámica y Cinética Química (cod. 109507)" que se imparten en el primer curso del Grado en Farmacia y del Grado en Biotecnología/doble Grado, incluyen prácticas de laboratorio presenciales de carácter obligatorio.

Estas prácticas persiguen que el alumno: 1) aprenda las normas de trabajo a seguir en un laboratorio y se familiarice con el uso del material, 2) asimile los conceptos básicos de la asignatura y compruebe experimentalmente las leyes de la termodinámica y los equilibrios fisicoquímicos, 3) aprenda a asumir la responsabilidad de trabajar en equipo.

Los recursos audiovisuales permiten integrar las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En particular, el uso de videos para mostrar las prácticas de laboratorio se ha convertido en una herramienta poderosa y beneficiosa para estudiantes y docentes por igual. Los videos de prácticas:

- ayudan a comprender tanto los fundamentos teóricos como prácticos de las experiencias de laboratorio de la asignatura y potencian el auto-aprendizaje en los alumnos.
- permiten a los estudiantes familiarizarse con el procedimiento antes de llevarlo a cabo en el laboratorio real, lo que contribuye a reducir errores durante la realización de la práctica.
- permiten a los alumnos ver y aprender de manera visual y detallada cómo se desarrolla cada experimento.
- Posibilitan a los estudiantes revisar el material tantas veces como sea necesario, lo que contribuye a mejorar la retención y comprensión de la práctica.

Este proyecto se enmarca dentro de una idea más general que tiene como objetivo realizar un catálogo audiovisual de las prácticas de laboratorio que se realizan en las asignaturas en las que el departamento de Química Física de la Universidad de Salamanca tiene docencia asignada. Inicialmente se propuso comenzar con una práctica distinta pero, finalmente, teniendo en cuenta que el montaje y realización de la práctica que finalmente hemos elegido conlleva bastante dificultad a los alumnos, hemos decidido realizar la siguiente práctica:

1. Estudio del ascenso ebulloscópico

En este proyecto de innovación docente nos centraremos en la realización y edición del video de esta práctica.

III. OBJETIVOS

El objetivo de este proyecto es mejorar el proceso de aprendizaje de nuestros alumnos en lo relativo a las prácticas de laboratorio de las asignaturas mencionadas anteriormente, utilizando como recurso la realización de videos, y que se extenderá a prácticas de otras asignaturas en las que el Dpto. de Química Física tiene asignada docencia. La práctica elegida, Estudio del ascenso ebulloscópico, será accesible a los alumnos durante el próximo curso académico 2024_25 ya que es una práctica que se realiza en el primer cuatrimestre del primer curso del Grado en Farmacia, concretamente en las prácticas de la asignatura de Física Aplicada y Fisicoquímica I (cod: 100104).

IV. TEMPORALIZACIÓN Y TAREAS

El proyecto se ha desarrollado siguiendo una serie de etapas distribuidas en el tiempo:

1. En primer lugar, se realizó un guión detallado para la práctica, que incluirá los objetivos, materiales y equipo experimental de trabajo, fundamento científico de la práctica, procedimiento experimental, y aspectos de seguridad.
Temporalización: Principios de noviembre 2023
Responsables: Jesús Aldegunde, Sandra Gómez y Susana Gómez
2. A continuación se prepararon los contenidos y recursos visuales necesarios para la grabación de los videos.
Temporalización: Diciembre 2023
Responsables: Sandra Gómez, Alberto Martín, Anzhela Veselinova
3. Se realizó la grabación del video de la práctica en el laboratorio correspondiente. La parte experimental se llevó a cabo en el laboratorio del edificio Anexo de la Facultad de Farmacia, en el Campus de Unamuno.
Temporalización: Enero 2024
Responsables: Jesús Aldegunde, Alberto Martín, Anzhela Veselinova
4. Se editaron los videos para garantizar su calidad, claridad y coherencia en el contenido. Para ello se utilizará finalmente la herramienta CANVA, que está disponible online: https://www.canva.com/es_es/

Temporalización: Febrero 2024

Responsables: Alberto Martín, Anzhela Veselinova y Susana Gómez

5. Incluimos el video en la plataforma Youtube (<https://youtu.be/hEJa9YVVpRU>) para su distribución, que será accesible a los estudiantes a través del curso de Studium que hemos creado: <https://studium23.usal.es/course/view.php?id=2309189>. La idea es la de utilizar estas plataformas para subir otras prácticas y poder tener un catálogo completo.

Temporalización: marzo 2024

Responsables: Alberto Martín y Anzhela Veselinova

6. Procedimiento de evaluación y mejora del proyecto: como finalmente elegimos la realización de un video de una práctica que se realiza en el primer cuatrimestre del primer curso del Grado en Farmacia, el proceso de evaluación del proyecto, así como el estudio sobre la utilidad de los videos, se realizará en el próximo curso académico 2024_25 en la asignatura de Física Aplicada y Fisicoquímica I, en el que la coordinadora de este proyecto docente es responsable de uno de los grupos de esta asignatura en el próximo curso académico.

V. RESULTADOS

Se ha creado un curso en Studium (<https://studium23.usal.es/course/view.php?id=2309189>) donde los alumnos pueden acceder:

- Guión (en .pdf) de la práctica
- Video de Youtube de la práctica: <https://youtu.be/hEJa9YVVpRU>.

Práctica: Ascenso Ebulloscópico

1. OBJETIVOS:

El objetivo de esta práctica consiste en:

- 1 **Comprobar el cumplimiento de la ley de ebulloscopia** para diferentes solutos (NaCl y KCl).
- 2 **Determinar la masa molar** de un soluto desconocido.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO:

El ascenso ebulloscópico consiste en el aumento de la temperatura de ebullición de un disolvente debido a la disolución de un soluto no volátil. Esta propiedad depende de la concentración y no del tipo de soluto (propiedad coligativa). La ley de ebulloscopia se enuncia así:

$$(1) \quad \Delta T_b = K_b \cdot m_2$$

donde:

$\Delta T_b = T_b - T_b^*$, es el aumento de la temp. de ebullición por la presencia del soluto,
 T_b es la temperatura de ebullición de la disolución,
 T_b^* es la temperatura de ebullición del disolvente puro,
 K_b es la constante ebulloscópica del disolvente y,
 m_2 es la molalidad de la disolución.

Nota: el subíndice 1 corresponderá al disolvente y el subíndice 2 al soluto.

La temperatura de ebullición de un líquido es la temperatura a la cual la materia cambia de estado líquido a estado gaseoso y este proceso ocurre cuando la presión de vapor del líquido iguala a la presión aplicada en su superficie (para sistemas abiertos, ésta es la presión atmosférica).

Un disolvente puro tiene una presión de vapor concreta (P_1^*) a una temperatura dada, sin embargo, al añadirle un soluto no volátil, esta presión desciende (ver Fig. 1); La ley de Raoult establece que la relación entre la presión de vapor de cada componente (P_i) en una solución ideal es dependiente de la presión de vapor de cada componente individual (P_i^*) y de la fracción molar (x_i) de cada componente en la solución:

$$(2) \quad P_1 = x_1 \cdot P_1^*$$

$$(3) \quad P_1 = (1 - x_2) \cdot P_1^*$$

$$(4) \quad P_1^* - P_1 = \Delta P = x_2 \cdot P_1^*$$

Se puede ver de esta forma que una disminución en la presión de vapor, ΔP , es directamente proporcional a la concentración del soluto presente.

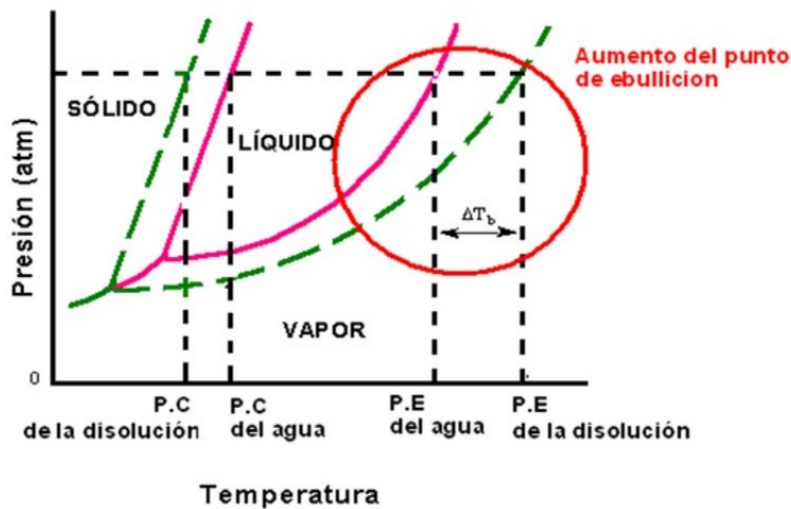


Fig. 1. Diagrama P-T de un solvente puro y de una disolución.

Por tanto, al disminuir la presión de vapor debido a la presencia de un soluto será necesario calentar este tipo de disoluciones hasta temperaturas más altas para que su presión de vapor iguale a la presión aplicada en su superficie. Este es el fundamento de la propiedad coligativa, el ascenso ebulloscópico.

Finalmente, hay que tener en cuenta que podemos estar trabajando con especies iónicas y, por lo tanto, es necesario introducir el **factor de Van't Hoff**. Se trata de un factor empírico simbolizado por "i" que indica la cantidad de especies presentes que provienen de un soluto tras la disolución del mismo en un solvente dado. Por ejemplo, si disolvemos 1 mol de NaCl en 1L de agua, la concentración de NaCl en la disolución es 1M. Sin embargo, tendremos dos especies en disolución (cationes Na⁺ y aniones Cl⁻), por lo que la concentración de iones en el agua será el doble de la concentración de cloruro sódico. En este caso el factor de Van't Hoff será 2.

Este hecho hay que tenerlo en cuenta en la ley del aumento ebulloscópico, por lo que podemos escribir que

$$(5) \quad \Delta T_b = i \cdot K_b \cdot m_2$$

$$m_2 = \frac{g_{\text{solute}}}{P m_{\text{solute}} \cdot \text{kg}_{\text{H}_2\text{O}}}$$

$$\Delta T_b = i \cdot \frac{K_b}{P m_{\text{solute}}} \cdot \frac{g_{\text{solute}}}{\text{kg}_{\text{H}_2\text{O}}}$$

3. EQUIPO EXPERIMENTAL Y MATERIAL

El material se describe a continuación:

- 1 Manta calefactora
- 2 Matraz de 250 ml
- 3 Aparato para la medición del aumento de la temperatura de ebullición
- 4 Vaso de precipitados
- 5 Sonda de temperatura
- 6 Pinzas y soporte
- 7 Mortero y pesasustancias
- 8 Prensa para la preparación de las pastillas y torno
- 9 Diferentes solutos: NaCl, KCl, y soluto desconocido

El equipo de trabajo se presenta en la Fig. 2.

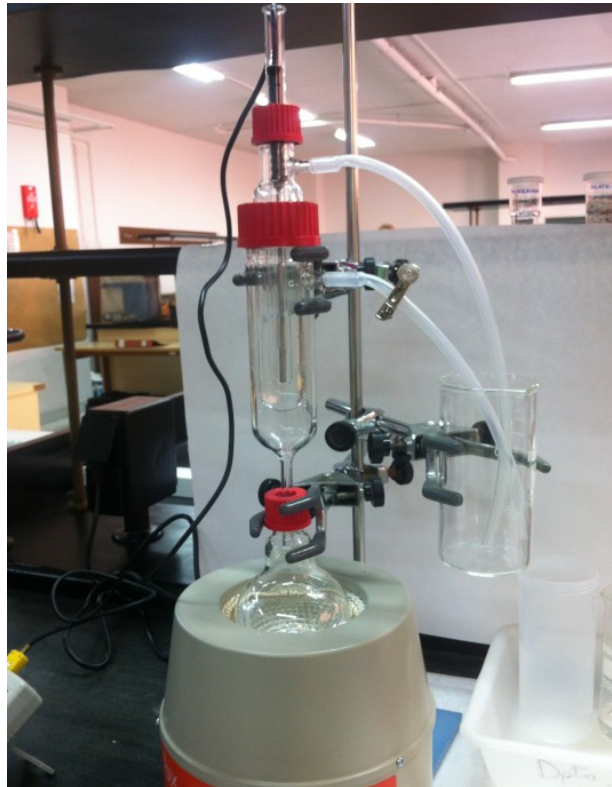


Fig. 2: Equipo de trabajo

4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

La parte experimental consiste en una serie de pasos:

4.1. PREPARACIÓN DEL SOLUTO

a) Pulverizar el soluto con el que se va a trabajar en el mortero y guardar el pulverizado en un pesasustancias etiquetado adecuadamente.

b) **Pastillas de soluto:**

- Insertar el cilindro pequeño en la parte inferior de la prensa
- Introducir cuidadosamente el soluto pulverizado en el interior de la prensa en proporciones de unos 700-800 mg.
- Encajar el émbolo grande para cerrar la prensa.
- Aplicar una presión media y sacar las pastillas formadas.
- Colocar las pastillas en los pesa-sustancias

4.2 MEDIDA DEL ASCENSO EBULLOSCÓPICO

a) Echar entre 150 y 200 ml (sin precisión) de agua en un matraz de 250 ml **junto con unos trozos de plato poroso** para facilitar el inicio de la ebullición. Colocarlo en la manta calefactora (**comprobar que todo el agua del matraz está bien cubierto por la manta calefactora**). Mojar ligeramente con agua el tapón del matraz de 250 ml y cerrarlo.

b) Pesar en una balanza analítica el tubo interior del aparato de ebullición perfectamente limpio y seco (**incluyendo la goma y el tapón de agujero mediano**). **Nota:** Para poder pesarlo mejor, meterlo en el vaso alargado de plástico que se proporciona junto con el material.

c) Añadir unos 40 ml de agua (medidos aproximadamente en un vaso de precipitados de 100 ml) y echarlos en el tubo interior del aparato de ebullición que acabamos de pesar. Mojar ligeramente con agua el tapón y cerrarlo.

d) Introducir el tubo interior en el tubo exterior teniendo **el cuidado de que el agujero de evacuación del vapor del tubo interno no quede obstaculizado**.

e) Realizar el montaje tal cual indica la Fig. 2. Tener cuidado para que todo el montaje quede perfectamente vertical.

f) Colocar una pinza de Hoffman en el tubo de silicona inferior. No cerrar todavía hasta llegar al paso k).

g) Introducir un poco de glicerina en el tubo protector de la sonda de temperatura. Conectar la sonda de temperatura al controlador de temperatura. Meter la sonda de temperatura dentro del protector. A continuación la sonda (dentro del protector) se introduce hasta la altura donde se encuentra el capilar.

h) **Enseñar el montaje al profesor antes de empezar a calentar.**

i) Conectar el controlador de temperatura y empezar a calentar. Mientras se

caliente, **procurar mantener el medidor de temperatura en la posición HOLD** para evitar que se gasten las pilas. Observe en el termómetro digital la temperatura del recipiente interior.

j) Pese todos los pesa-sustancias con sus correspondientes pastillas (precisión de 1 mg). Se pesan **5 pastillas por grupo**. Cada grupo trabajará con un soluto diferente: NaCl, KCl o soluto desconocido.

k) **La primera medida que se toma es la del disolvente puro**. El agua del matraz empezará a bullir (a aproximadamente entre 80 - 85 °C) pero veremos que el agua en el interior del dispositivo de punto de ebullición no bulle todavía. Para que bulla, cerraremos **poco a poco** la pinza de Hoffman que se encuentra en la salida de evacuación inferior al recipiente auxiliar lateral. Veremos que empezará a bullir a una temperatura de 97 o 98 °C. Esperar a que se establezca la temperatura. Anote este valor correspondiente a la temperatura de ebullición del disolvente puro.

l) En ese momento empezaremos a añadir las pastillas del soluto. Para añadir las pastillas usaremos guantes de algodón. Con el guante puesto se quita el tapón de arriba y se mete la primera pastilla. Intentar realizar este proceso con la mayor rapidez posible.

m) Volver a colocar la sonda de temperatura comprobando que el termómetro no toca las paredes del cristal. Esperar a que la pastilla se disuelva y anotar la temperatura a la que bulle (comprobar que se ha estabilizado).

n) Al terminar de tomar todas las medidas hay que apagar la calefacción, sacar el tubo interior y aflojar la pinza. Dejar enfriar la pieza interior antes de pesarla.

o) Pese también todos los portasustancias vacíos.

p) Pesar la pieza interior tal y como se pesó inicialmente (con la goma y el tapón).

q) Se realizarán las medidas para tres solutos diferentes: NaCl, KCl y un soluto desconocido. Cada pareja trabajará con un soluto diferente.

5. RECOGIDA DE DATOS EXPERIMENTALES

| MEDIDAS INICIO - FINAL | m / g |
|-------------------------------------------|-------|
| Dispositivo interior vacío | |
| Masa de dispositivo interior + Disolución | |
| Masa de la disolución | |
| Masa de Agua Final | |

| SOLUTO: PESA-SUSTANCIAS | | | |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| N° | masa con pastilla / g | masa sin pastilla / g | masa pastilla / g |
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| TOTAL | | | |

6. TRATAMIENTO NUMÉRICO DE LOS DATOS EXPERIMENTALES

| DEPENDENCIA DE LA TEMPERATURA CON LA CONCENTRACIÓN | | | | |
|----------------------------------------------------|-------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------|
| N° | masa pastilla / g | $T_b / ^\circ\text{C}$ | $\Delta T_b / ^\circ\text{C}$ | Molalidad (m_2) |
| 0 | | | | |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| TOTAL | | | | |

1. Representación de los datos experimentales: ΔT_b vs. m_2 para el soluto NaCl
2. Representación de los datos experimentales: ΔT_b vs. m_2 para el soluto KCl
3. Comprobar la ley de ascenso ebulloscópico
4. Determinar el valor de la constante ebulloscópica del disolvente, K_b
5. Comparar con el valor experimental

7. OBTENCIÓN DE LA MASA MOLECULAR DE UN SOLUTO DESCONOCIDO

Para el caso del soluto desconocido rellenaremos la siguiente tabla:

| PESO MOLECULAR DEL SOLUTO DESCONOCIDO | | | | |
|---------------------------------------|-------|------------|-------------------|-----------------------------------------------------------|
| N° | m / g | T_b / °C | ΔT_b / °C | $m_{\text{solute}}(\text{g}) / m_{\text{agua}}(\text{g})$ |
| 0 | | | | |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| TOTAL | | | | |

1. Representar gráficamente ΔT_b vs. $m_{\text{solute}}(\text{g}) / m_{\text{agua}}(\text{g})$.
2. Obtener el valor de la masa molecular (M.M.) del soluto desconocido.
3. Determine el soluto desconocido a partir de:
 - a) la masa molecular obtenida en 2)
 - b) la composición porcentual del compuesto es: C (20%), O (26.67%), N (46.67%) y H(6.66%).