



**PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE
ID2015/0078**

**MEMORIA DE ACTIVIDADES:
CONVOCATORIA DE AYUDAS DE LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA A
PROYECTOS DE INNOVACIÓN Y MEJORA DOCENTE.**

CURSO 2015-16

PROYECTO ID20015/0078

TÍTULO DEL PROYECTO:

Grabado de vídeos educativos para estudiantes de Ingeniería Química

REFERENCIA:

ID2015/0078

PROFESOR COORDINADOR:

María Dolores Merchán Moreno

RELACIÓN DE MIEMBROS DEL EQUIPO:

María del Mar Canedo Alonso

Javier López Gil

María Dolores Merchán Moreno

José Luis Usero García

INTRODUCCIÓN

El proyecto de Innovación Docente que se ha desarrollado surgió vinculado al Servicio de Promoción Información y Orientación, SPIO en el marco del Protocolo de Acuerdo interno de cooperación educativa para la realización de Prácticas Externas en programas Formativos entre la Facultad de Ciencias Sociales y el Servicio de Promoción, Información y Orientación de la Universidad de Salamanca.

El proyecto ha involucrado a diez estudiantes del Grado en Ingeniería Química, (IQ) y a trece del Grado en Comunicación Audiovisual, (CAV), y ha contado con profesores de ambas titulaciones, los profesores Canedo, Merchán y Usero, del Departamento de Química Física, encargados de programar, coordinar y supervisar el trabajo de los estudiantes de Ingeniería Química, y el profesor López Gil, encargado de coordinar a los estudiantes del Grado en Comunicación Audiovisual, y de supervisar la calidad del producto final.

Los estudiantes de Ingeniería Química, son estudiantes matriculados en la asignatura Química Física de primero, pero la condición para participar en el

programa era que hubieran realizado las prácticas de laboratorio en otro curso académico. Para cumplir con esta condición, necesariamente estos estudiantes deben de estar cursando la asignatura por tercera vez, ya que el segundo año se mantiene la calificación de prácticas.

Se seleccionó a este tipo de estudiantes porque además de conseguir vídeos didácticos que se puedan utilizar para los próximos cursos, se pretende evitar que estos estudiantes tengan que repetir las prácticas, y se busca motivarles e involucrarles en el estudio de la asignatura, siendo el objetivo último que estos estudiantes superen la asignatura de primero, que al parecer está costando más de dos convocatorias.

Los estudiantes del grado en Comunicación Audiovisual, son de cuarto curso, que realizan las prácticas externas en el Servicio de Promoción, Información y Orientación de la Universidad de Salamanca.

Este proyecto se continuará en el curso 16-17, y se proporcionarán los vídeos generados este año a los nuevos estudiantes poniendo en práctica el modelo pedagógico denominado *flipped classroom*¹, un modelo que se desarrolla en dos etapas, una primera etapa fuera del aula o laboratorio, y fuera del horario lectivo, y una segunda etapa que se desarrollará en el aula, cuando el alumno ya tiene los conceptos previos adquiridos durante el visionado de los vídeos. Según este modelo, las actividades que requieren habilidades de pensamiento de orden inferior son las que se desarrollan en casa y las actividades que requieren habilidades de pensamiento de orden superior se desarrollarán en el laboratorio, donde la orientación del profesor es mucho más útil y necesaria.

Al finalizar el proyecto, se pidió a los participantes que completaran una encuesta de satisfacción, cuyos resultados se analizarán en el apartado de conclusiones. Así mismo se analizará la tasa de rendimiento y éxito en la asignatura Química Física de primero de Ingeniería Química, para los estudiantes involucrados en el proyecto de innovación.

¹ A. Sams, J. Bergmann et al., What Is Flipped Learning? Flipped Learning Network, 2014.

OBJETIVOS

- 1) Preparar una batería de vídeos educativos que se pondrán a disposición de los estudiantes del grado en Ingeniería Química, para que puedan ser visualizados antes de entrar al laboratorio. De este modo, los estudiantes llegarán con unas instrucciones previas, y el profesor podrá dedicar más tiempo al trabajo experimental.
- 2) Aprovechar la experiencia de estudiantes repetidores de las asignaturas “Química Física”, y “Termodinámica Aplicada” del grado en Ingeniero Químico, para elaborar un conjunto de vídeos educativos, lo que evitará que tengan que repetir las prácticas en el mismo formato en el que las hicieron.
- 3) Aumentar el rendimiento de los estudiantes repetidores, involucrándoles en la explicación del trabajo experimental, aumentando el grado de comprensión de los conceptos, y mejorando su aprendizaje.
- 4) Favorecer a los estudiantes del Grado en Comunicación Audiovisual, la realización de un trabajo real, ya que serán ellos los que orienten a los estudiantes del Grado en Ingeniería Química sobre la realización de los mini reportajes, y los que finalmente grabarán y montarán estos videos.

ACTIVIDADES REALIZADAS

El trabajo realizado durante el proyecto, se ha organizado de diferente manera para los estudiantes de la dos titulaciones, y cada equipo ha estado coordinado por los profesores de su titulación.

Se seleccionó la práctica de laboratorio de decoloración de la fenolftaleína en medio básico, cuyo guion se recoge en el anexo I.

Para facilitar el trabajo, la práctica se dividió en 4 partes, con entidad independiente todas ellas, de modo que los vídeos generados puedan ser utilizados en otras prácticas, ya que aunque no se esté realizando la misma experiencia, las operaciones básicas en muchas de ellas son comunes.

Las partes en las que se ha dividido la práctica son:

1. Explicación el método de aislamiento y preparación del medio de reacción.
2. Fundamentos de espectrofotometría, partes del espectro fotómetro, registro de espectro y selección de longitud de onda óptima/máxima.
3. Teoría del método de integración para orden 1, lanzamiento de la cinética y recogida de datos.
4. Tratamiento de datos cinéticos en *Excel*, aplicando el método de integración. Obtención de pseudoconstantes de velocidad.
5. Tratamiento de datos cinéticos para obtener el orden de reacción respecto al reactivo en exceso y k verdadera. Recogida de datos y conclusiones finales.

En cada uno de estos bloques ha trabajado una pareja de estudiantes de Ingeniero Químico. Cada parte dio lugar a un vídeo, a excepción de las partes 2 y 3 que se agruparon en una sola, ya que el lanzamiento y seguimiento de la cinética se llevaba a cabo en un espectrofotómetro y nos pareció interesante unirlo al apartado en el que se explica la técnica de espectrofotometría.

El trabajo se ha llevado a cabo en las siguientes fases:

Fase 1: Los estudiantes de Ingeniería química acudieron al laboratorio para **recordar los conceptos de la práctica y la recogida y tratamiento de datos**. A continuación, se distribuyeron las cinco partes entre los estudiantes. En cada bloque trabajaron dos estudiantes.

Fase 2: Por parejas, **elaboración de un guion de texto e imágenes paralelas** para la grabación de los vídeos.

Los estudiantes comenzaron preparando un documento en dos columnas en el que escribían las ecuaciones que querían que aparecieran en el vídeo, y en paralelo el texto explicativo que iban a ir diciendo mientras se llevaba a cabo la grabación.

Fase 3: Los estudiantes de Comunicación Audiovisual recibieron instrucciones sobre el proyecto, de parte del profesor de la titulación, y **se les asignó uno de los vídeos**. Se organizaron 4 equipos de grabación, y cada uno de ellos se responsabilizó de la grabación de uno de los vídeos.

Fase 4: Debate entre los estudiantes del grado en Comunicación Audiovisual y del grado en Ingeniería Química de la distribución de los contenidos de cada uno de los vídeos.

Una vez que las cinco parejas del grado en Ingeniería Química tenían organizado su documento de trabajo se reunieron con los estudiantes de Comunicación Audiovisual, que revisaron el contenido, principalmente las ecuaciones y gráficos, y acordaron los formatos más adecuados.

Fase 5: Grabado de los vídeos. La grabación se realizó en las instalaciones del departamento de Química Física en varios viernes por la tarde, porque se podía disponer de los laboratorios sin límite de tiempo. Los estudiantes de Comunicación Audiovisual grabaron a los estudiantes de Ingeniería Química realizando las prácticas de laboratorio siguiendo el guion que previamente tenían acordado.

Fase 6: Edición de los vídeos sin sonido, utilizando las imágenes grabadas en el laboratorio, y las ecuaciones y gráficos que habían preparado en el documento. Esta parte tuvo su dificultad debido a que hubiera sido necesaria más interacción entre los estudiantes de Ingeniero químico y de Comunicación Audiovisual para la edición de los vídeos. Por un lado, los estudiantes de CAV son los que debían hacer el trabajo de edición de los vídeos, y esta tarea la realizaban ellos solos, y por otra parte los estudiantes de IQ cometían errores en ecuaciones y gráficos que se perpetuaban puesto que los estudiantes de CAV desconocen la materia, y no eran conscientes del trabajo que conllevaba la corrección de sus errores una vez editados los vídeos.

Fase 7: Grabado del sonido para cada uno de los vídeos. En un primer momento se pensó que se podría hacer simultáneamente la grabación de la imagen y de la voz, pero enseguida se observó la dificultad de hacerlo así, y se optó por grabar el sonido una vez que la imagen era correcta. Para llevar a cabo esta tarea, se convocó a los estudiantes de IQ por parejas, y los estudiantes de CAV se encargaron de mezclar la imagen con el sonido.

Fase 8: Revisión. Una vez acabado el trabajo, los vídeos fueron analizados tanto por los profesores de IQ que revisaron el contenido como por el profesor de CAV que comprobó la calidad y el formato del producto final.

Como se ha comentado en la introducción, los vídeos elaborados se pondrán a disposición de los profesores de Química Física para que los

estudiantes de “Química Física”, “Experimentación Química”, y “Termodinámica Aplicada”, de próximos cursos los visualicen antes de entrar en los laboratorios, y contrastar la metodología pedagógica clásica con la *Flipped Classroom*.



Fig 1.- Captura de uno de los materiales generados, concretamente el Video 1.

RESULTADOS

Los vídeos producidos se han colgado en un canal de *YouTube* del área de Comunicación Audiovisual, y pueden verse en los siguientes enlaces.

Vídeo 1: Explicación el método de aislamiento y preparación del medio de reacción (Fig. 1). <https://www.youtube.com/watch?v=jOqMKNyJLLw>

Vídeo 2: Fundamentos de espectrofotometría, partes del espectro fotómetro, registro de espectro y selección de longitud de onda óptima/ máxima. Teoría del método de integración para orden 1, lanzamiento de la cinética y recogida de datos. <https://www.youtube.com/watch?v=6MZbO-3X06Q>

Vídeo 3: Tratamiento de datos cinéticos en Excel, aplicando el método de integración. Obtención de pseudoconstantes de velocidad.

<https://www.youtube.com/watch?v=upfAKJw1Efo>

Vídeo 4: Tratamiento de datos cinéticos para obtener el orden de reacción respecto al reactivo en exceso y k verdadera. Recogida de datos y conclusiones finales. <https://www.youtube.com/watch?v=3ZfGU5-fXZM>

CONCLUSIONES

En cuanto a la tasa de éxito en la asignatura “Química Física”, cabe destacar que de los 10 estudiantes que participaron en el proyecto, 9 de ellos han aprobado la asignatura de primero.

Tabla 1: Calificaciones obtenidas por los estudiantes participantes en el proyecto, en las dos convocatorias de la asignatura “Química Física” de Primero de Ingeniería Química,

Nombre	Conv. ordinaria	Conv. extraordinaria
Estudiante 1	5,5	
Estudiante 2	5,0	
Estudiante 3	5,1	
Estudiante 4	3,3	6,3
Estudiante 5	7,1	
Estudiante 6	4,3	6,8
Estudiante 7	NP	4,0
Estudiante 8	2,2	8,3
Estudiante 9	5,7	
Estudiante 10	6,0	

A la vista de estos resultados, cabe decir que el Proyecto de Innovación Docente ha sido fundamental en la motivación de estos estudiantes que estaban próximos al abandono. Su implicación en esta actividad ha ayudado a aumentar su compromiso con la asignatura, y ha contribuido sin duda la obtención de esa

calificación final, ya que los contenidos de la práctica con la que se ha trabajado no suponen más del 10% del temario. Podemos afirmar que se ha conseguido el principal objetivo planteado inicialmente y que era “Aumentar el rendimiento de los estudiantes repetidores”.

El grado de satisfacción de los estudiantes con la actividad, se evaluó mediante una encuesta configurable en *Moodle*.

En dicha encuesta, además de evaluar si los estudiantes de ambas titulaciones habían disfrutado con la experiencia en su conjunto, pretendimos analizar si la actividad contribuía a trabajar las competencias generales que la asignatura “Química Física” tiene en la memoria del Grado verificado. Por ese motivo, del ítem 7 al 19 se pregunta sobre la percepción del estudiante sobre el aumento de capacidades.

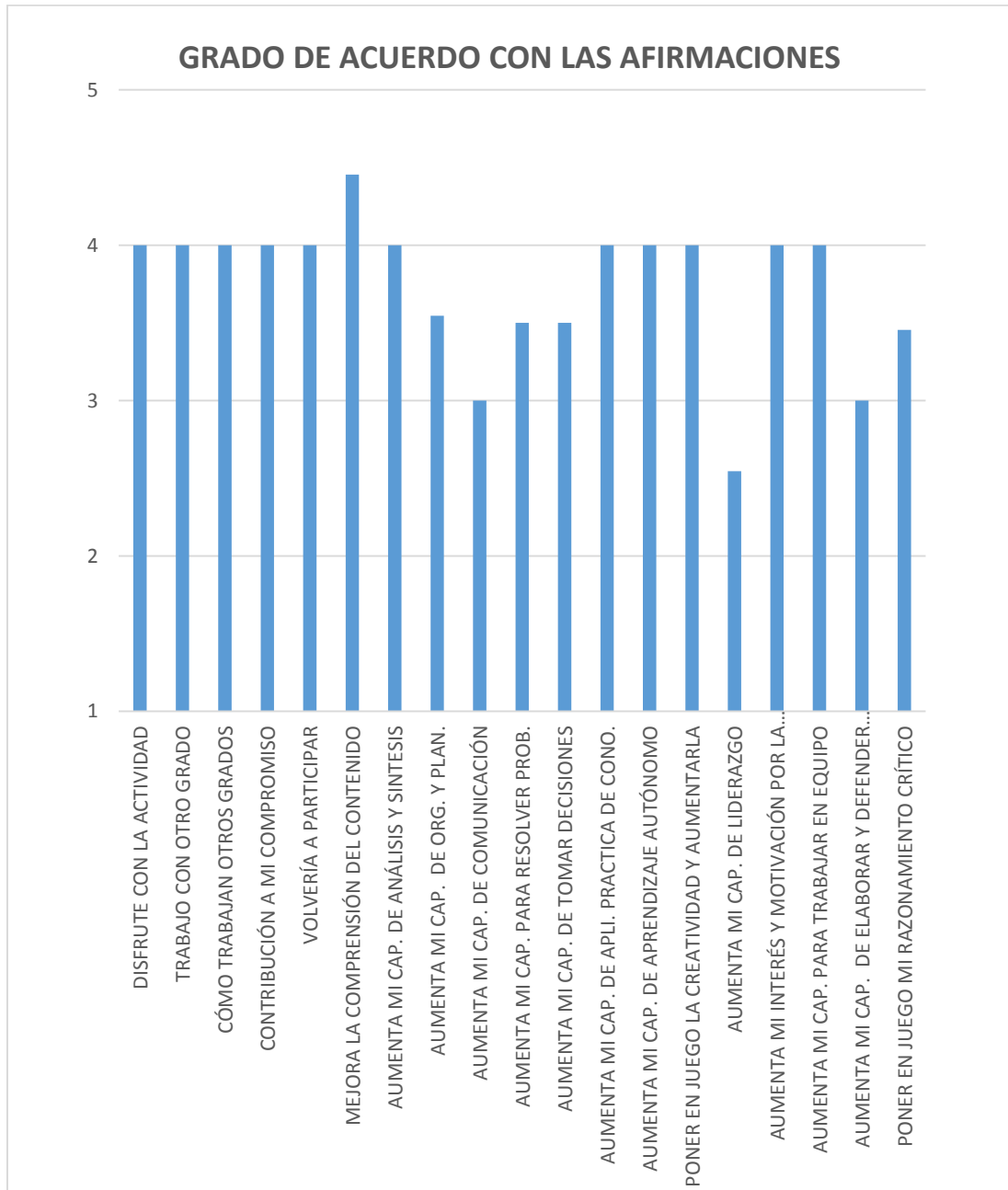
CUESTIONARIO:

Indica de 1 (nada) a 5 (mucho), tu grado de acuerdo con la siguiente afirmación:		
1	He disfrutado con la actividad de grabado de vídeos de una práctica de Química Física.	
2	Me ha gustado trabajar con estudiantes de otro grado universitario.	
3	Me ha gustado ver cómo trabajan y los temas que estudian los estudiantes de la otra titulación.	
4	La actividad ha contribuido a aumentar mi compromiso con la asignatura.	
5	Volvería a participar en una experiencia de este tipo.	
6	IQ: La actividad ha mejorado la comprensión de los contenidos de las prácticas. CAV: La actividad ha aumentado mi conocimiento sobre cómo abordar un proyecto de producción	
7	La actividad ha aumentado mi capacidad de análisis y síntesis.	
8	La actividad ha aumentado mi capacidad de organizar y planificar.	
9	La actividad ha aumentado mi capacidad de comunicación oral y escrita.	

10	La actividad ha aumentado mi capacidad de resolver problemas prácticos.	
11	La actividad ha aumentado mi capacidad de tomar decisiones.	
12	La actividad ha aumentado mi capacidad de aplicar de forma práctica los conocimientos.	
13	La actividad ha aumentado mi capacidad de aprendizaje autónomo.	
14	La actividad ha permitido poner en juego mi creatividad e incrementarla.	
15	La actividad ha aumentado mi capacidad de liderazgo.	
16	La actividad ha aumentado mi interés y motivación por la calidad.	
17	La actividad ha aumentado mi capacidad de trabajar en equipo.	
18	La actividad ha aumentado mi capacidad de elaborar y defender argumentos.	
19	La actividad me ha permitido poner en juego mi razonamiento crítico.	

Los resultados obtenidos de la anterior encuesta se recogen en la siguiente gráfica, donde se ha simplificado el ítem para que pueda ser fácilmente identificable sin necesidad de recurrir al cuestionario. En la gráfica, no se han separado las respuestas de los estudiantes de las dos titulaciones, y se han analizado de forma conjunta.

Cabe destacar que la mayoría de las preguntas están con una puntuación de 4, en ítems tan relevantes como interés por la calidad, trabajo en equipo, creatividad, aprendizaje autónomo, y el que es más importante para entender los buenos resultados de la evaluación como es la aplicación práctica del conocimiento, ya que el examen se basa en la resolución de problemas. También valorados con 4 puntos están los ítems relacionados con la satisfacción de participar en la actividad, disfrute de la actividad, y el interés de haber trabajado con estudiantes de otro grado.



La mejor valoración se obtiene en el ítem 6, que tenía diferente formato para los estudiantes de ambas titulaciones “IQ: La actividad ha mejorado la comprensión de los contenidos de las prácticas. Y CAV: La actividad ha aumentado mi conocimiento sobre cómo abordar un proyecto de producción”. Este ítem es valorado con una puntuación de 4,5 sobre 5. El ítem en el que se obtiene una puntuación más baja es el 15, “La actividad ha aumentado mi

capacidad de liderazgo”, con tan solo 2,5 a pesar de que los profesores considerábamos que podría ser una buena herramienta para que ellos desarrollaran su capacidad de ser líderes. Quizás una oportunidad de mejora pueda ser distribuir roles más definidos entre los miembros de los equipos, y permitir que el cada uno pueda tener un papel de responsabilidad en alguna de las parcelas del trabajo, lo que pondría en funcionamiento capacidades de liderazgo.

Otro aprendizaje puede ser la necesidad de mejorar la capacidad de comunicación y expresión, que cuando se trata de un trabajo científico debe ser correcta y rigurosa. Se detecta que los ítems relativos a comunicación ítems 9 y 18 son los siguientes peor valorados.

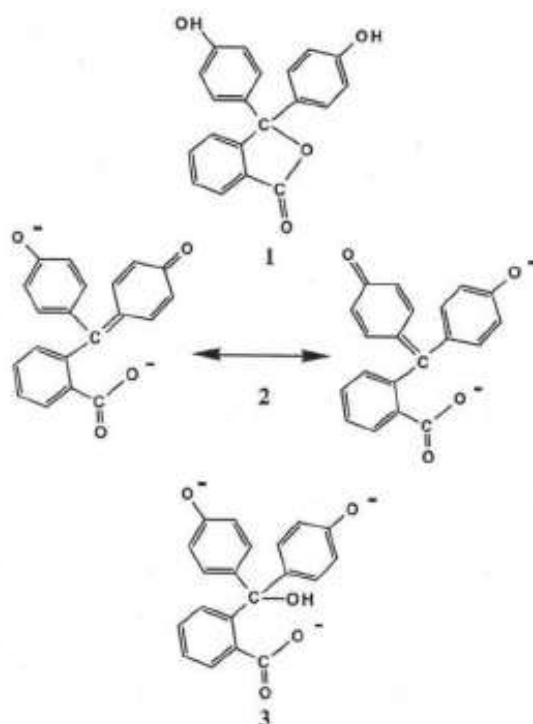
ANEXO I

ESTUDIO CINÉTICO DE LA DECOLORACIÓN DE LA FENOLFTALEÍNA EN MEDIO BÁSICO

1. INTRODUCCIÓN

La fenolftaleína se usa, principalmente como indicador ácido-base para determinar el punto de equivalencia en una valoración. Si en el punto final de la valoración se ha añadido base en exceso, se observa que el color rosa de la fenolftaleína desaparece si dejamos transcurrir cierto tiempo. Esta decoloración lenta de la fenolftaleína no es debida a una mala valoración, aunque algunas veces haga dudar de si la valoración se ha realizado correctamente. Esta decoloración de la fenolftaleína en medio básico, es muy interesante y puede servir para estudiar una cinética de pseudo-primer orden.

La fenolftaleína no es un indicador ácido-base sencillo, $HIn-In^-$. Las estructuras de las formas más importantes de la fenolftaleína se muestran en la figura siguiente.



La fenolftaleína es incolora para pHs inferiores a 8. Esta forma incolora tiene la estructura **1** (H_2P), cuando el pH aumenta, desde 8 hasta 10, los protones fenólicos se eliminan y se abre el anillo de la lactona dando lugar a la familiar forma rosa-roja con la estructura **2** (P^2). A pHs más altos, el color rosa se decolora lentamente produciendo la estructura **3** (POH^2). Todos los

cambios de color son reversibles y mientras que la conversión de H_2P a P^{2-} es muy rápida y completa (a pHs superiores a 11), la conversión de P^{2-} a POH^{3-} a pHs altos es suficientemente lenta como para que su velocidad pueda medirse fácilmente. Puesto que P^{2-} tiene un color intenso, esta conversión de P^{2-} a POH^{3-} puede seguirse midiendo los cambios en la absorbancia de una disolución básica de fenolftaleína.

2. PROCESO CINÉTICO

La decoloración de la fenolftaleína en una disolución básica puede representarse por la reacción: $P^{2-} + OH^- \rightarrow POH^{3-}$, y la ley de velocidad puede expresarse por: $v = k[OH^-]^\alpha [P^{2-}]^\beta$.

En esta experiencia, sin embargo, se utilizan disoluciones fuertemente básicas que contienen sólo una traza de fenolftaleína, de modo que la concentración de OH^- excede a la de fenolftaleína por un factor de al menos 10^4 en cualquier mezcla. Por lo tanto, durante la cinética, en todas las series, la concentración de OH^- permanece constante y la ecuación de velocidad resulta: $v = k^1 [P^{2-}]^\beta$, donde $k^1 = k[OH^-]^\alpha$, y la reacción se dice que es de pseudo orden β respecto a la fenolftaleína. Si la reacción es de pseudo primer orden, una representación de $\ln[P^{2-}]$ frente al tiempo, debería dar una línea recta con una pendiente $-k^1$.

El proceso cinético se va a seguir midiendo la absorbancia de la disolución a 550 nm, donde el espectro de absorción de la especie P^{2-} presenta un máximo.

Se trabajará con disoluciones de NaOH entre 0.05 y 0.3M. Para una concentración determinada de NaOH, la velocidad de decoloración aumenta a medida que lo hace la intensidad iónica. Con el objeto de mantener constante la intensidad iónica, se preparan disoluciones estándar 0.3M de NaOH y 0.3M de NaCl y prepararemos una serie de disoluciones menos concentradas de NaOH diluyendo la disolución 0.3M con la disolución de NaCl 0.3M. De este modo, la intensidad iónica también permanecerá constante.

3. REACTIVOS

- Disolución alcohólica de fenolftaleína 0.2%: 0.05g disueltos en 3 cm³ de etanol. Una vez disuelta se añaden 2 cm³ de agua. Se toma 1 cm³ y se le añaden 4 cm³ de etanol. Se preparan 10 cm³.
- Hidróxido sódico 0,3M, 250 cm³, Mr=40,00.
- Cloruro sódico 0,3M, 100 cm³. Mr=58,44
- Biftalato potásico. Mr=204,23 (1.537g para 25cm³ de NaOH 0.3M)
- Fenolftaleína indicador: 0.05g en 50 cm³ de etanol. Cuando está disuelto se añaden 50 cm³ de agua.

4. EXPERIENCIAS

Las experiencias deben realizarse a intensidad iónica constante 0,3 M (Volumen total de reacción 15 cm³) para que el cambio en la velocidad del proceso se deba exclusivamente al cambio en la concentración de NaOH y no a la influencia de la intensidad iónica del medio.

Cada serie deberá realizarse al menos dos veces.

Experiencia	[NaOH] _i / M	[NaCl] _i / M	V _{NaOH} / cm ³	V _{NaCl} / cm ³
1	0,3	0	15,0	0
2	0,25	0,05	12,5	2,5
3	0,20	0,1	10,0	5,0
4	0,15	0,15	7,5	7,5
5	0,10	0,2	5,0	10,0
6	0,05	0,25	2,5	12,5

6. DOCUMENTO DE TRABAJO PARA LA RECOGIDA DE DATOS EXPERIMENTALES

[NaOH] _{exp} /M=						
1. PREPARACIÓN DE MEDIOS DE REACCIÓN						
V _{total} = 15 cm ³						
Nº	Estudiantes	[NaOH]/M	V _{NaOH} /cm ³	V _{NaCl} /cm ³	[NaOH] _{exp} /M	[NaCl] _{exp} /M
1		0,30	15,0	0,0		
2		0,25	12,5	2,5		
3		0,20	10,0	5,0		
4		0,15	7,5	7,5		
5		0,10	5,0	10,0		
6		0,05	2,5	12,5		
Cálculo de intensidad iónica: $I = \frac{1}{2} \sum C_i Z_i^2$						
2. RECOGIDA DE DATOS CINÉTICOS						
CONDICIONES EXPERIMENTALES:						
[NaOH]/M=			T=			
[NaCl]/M=			λ _{máx} =			
t(s)	A(λ _{máx})	Ln(A)	t(s)	A(λ _{máx})	Ln(A)	
0			0			
30			30			
60			60			
90			90			
120			120			
150			150			
180			180			
210			210			
240			240			
270			270			
300			300			
330			330			
360			360			
390			390			
420			420			
450			450			
480			480			
510			510			
540			540			
570			570			
600			600			
[NaOH]/M	[NaOH] _{exp} /M	k' /s ⁻¹	Ln([NaOH]/M)	Ln(k' /s ⁻¹)		
0,30						
0,25						
0,20						
0,15						
0,10						
0,05						
k=						
α=						
β=						
Ecuación de velocidad=						