

Anexo 2 INNOVA
MEMORIA FINAL. COMPROMISOS Y RESULTADOS
PROYECTOS DE INNOVACIÓN Y MEJORA DOCENTE
2025/2026

Identificación del proyecto	
Código	sol-202500299334-tra
Título	El misterio del alcoholímetro
Responsable	Juan Antonio Poce Fatou

1. **Describa los resultados obtenidos a la luz de los objetivos y compromisos que adquirió en la solicitud de su proyecto. Incluya tantas tablas como objetivos contempló.**

Objetivo nº 1	Diseño y puesta en marcha de la actividad en formato <i>Escape Lab</i>
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	Se requiere preparar una sesión de laboratorio en la que los estudiantes recibirán información no estandarizada sobre los objetivos a cubrir. Uno de los documentos con el que contarán estará fechado en 1953 y estará firmado por el gobernador de Indiana (EE.UU.). Irá dirigido a R. F. Borkenstein (el que un año más tarde inventará el alcoholímetro). Le pide que desarrolle un dispositivo que permita medir de forma objetiva el nivel de alcohol en sangre a partir de una medida en aliento con objeto de luchar contra los accidentes de coche motivados por episodios de embriaguez. El segundo documento es un extracto del cuaderno de laboratorio del propio R. F. Borkenstein. Parte del contenido no podrá verse porque estará manchado de café, pero dispondrá de la información básica para poder afrontar el estudio cinético que se requiere para desarrollar un equipo que permita la medida de alcohol en aliento. El tercer documento es un espectro de absorción del dicromato potásico, la especie química clave para realizar el estudio cinético. El objetivo de la práctica consistirá en determinar el orden de la reacción planteada en su cuaderno por R. F. Borkenstein y el tiempo que tardaría un dispositivo basado en dicha reacción en dar una respuesta a la concentración límite legal en aliento de 0,25 mg l⁻¹. Los estudiantes podrán <i>escapar</i> del laboratorio cuando aporten un dato preciso del tiempo que requeriría medir esa tasa de alcoholemia en aliento. Para ello tendrán que darse cuenta de que deben realizar el seguimiento de la reacción durante aproximadamente una hora y media y de que deben llevar a cabo los desarrollos matemáticos pertinentes para caracterizar correctamente la velocidad de la reacción. Los estudiantes dispondrán de un espacio diáfano en el laboratorio, en consecuencia, ellos mismos tendrán que dotarse con el equipamiento de vidrio, los sistemas de medidas, las disoluciones y todo el material que necesiten para afrontar los objetivos previstos. El <i>Escape Lab</i> se dará por concluido para todos cuando una persona dé con la solución. De esta manera se incentiva la colaboración entre iguales.
Actividades realizadas y resultados	El formato <i>Escape Lab</i> constituye una herramienta que se ha empleado en los últimos tiempos para forjar el aprendizaje de conceptos claves de la Química (<i>Alice Veldkamp, 2020; Anton, 2024; Ran Peleg, 2019; Shirly Avargil, 2021</i>). Nuestra versión <i>Escape Lab</i> se desarrolló según lo previsto en la asignatura Termodinámica y Cinética del grado en Biotecnología con base en

obtenidos:	los documentos comprometidos en la solicitud del proyecto. En la propuesta a los alumnos se indica que se trata de documentos <i>originales</i> y en consecuencia se muestran en inglés. <i>Documento 1:</i> fechado en 1953 y <i>firmado</i> por el gobernador de Indiana (EE.UU.) dirigido a R. F. Borkenstein (el que un año más tarde inventará el alcoholímetro). ██████ ████ ██████ ██████ of Indiana Indiana Statehouse ██████ ██████ Street, Indianapolis, Indiana, US Robert F. Borkenstein ██████ Criminology Laboratory ██████ ██████ Avenue, Indianapolis, Indiana, US 04/21/1953 Dear R. F. Borkenstein, I believe you are aware that the constitutional prohibition of alcohol consumption was repealed two decades ago now, yet the abuse of this substance is still of enormous political concern. Drinking remains a pervasive and deep-rooted feature of American life, with consumption trends running parallel to increasing cirrhosis death rates and mortal road traffic accidents. The latter is the subject matter for which I am contacting you. The breath alcohol content (BrAC) is currently used as an estimator for blood alcohol content (BAC) in prosecutions of the crime of driving under the influence of alcohol, but defense attorneys frequently contest the validity of such evidence. While Prof. Harger has relentlessly defended the scientific reliability of the drunkometer, it is a matter of fact that it lacks a quantitative scale and that the use of this test's result does not prove whether the person actually drove with the BrAC level determined at the time the drunkometer test was administered. I heard that you have been hired by the ██████ Criminology Laboratory for your skills and creativity. Could you please help us improving the BrAC measurement system by designing a quantitatively reliable and fast device for such purpose? Looking forward to hearing from you in due course. - ██████ (this is a fictitious letter for theatrical purposes) <i>Documento 2:</i> extracto del cuaderno de laboratorio del propio R. F. Borkenstein (R. F. Borkenstein, 1961; Swartz, 2004). Parte del contenido no puede verse porque está <i>manchado de café</i> (forma parte del reto), no obstante, dispone de la información básica para que los estudiantes afronten el estudio cinético que se requiere para desarrollar un equipo que permita la medida de alcohol en aliento.
--------------------------	---

	R.F.B. 04/22/1953 $2 \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4 \text{HCrO}_4^-$ $3 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 4 \text{HCrO}_4^- + 16 \text{H}^+ \rightarrow$ $\rightarrow 3 \text{CH}_3\text{COOH} + 4 \text{Cr}^{3+} + 13 \text{H}_2\text{O}$ $v = -\frac{1}{3} \frac{d[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}]}{dt} = -\frac{1}{4} \frac{d[\text{HCrO}_4^-]}{dt} = \dots$ $v = k [\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}]^x [\text{HCrO}_4^-]^y [\text{H}^+]^z \approx \dots$ $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \ 2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ $\text{H}^+ \ 3.4 \text{ M}$ 50 ml 15 ml ethanol every 5 min then return after 30 min <table border="1"> <thead> <tr> <th>t</th> <th>A(λ)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>15</td> <td></td> </tr> <tr> <td>20</td> <td></td> </tr> <tr> <td>25</td> <td></td> </tr> <tr> <td>30</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> • Documento 3. Espectro de absorción del dicromato potásico, la especie química clave para realizar el estudio cinético. <tr> <td data-bbox="298 1854 454 1921"> Objetivo nº 2 </td><td data-bbox="454 1854 1434 1921"> Diseño y puesta en marcha de la actividad en formato <i>Wrong Script</i> </td></tr> <tr> <td data-bbox="298 1921 454 1986"> Actividades que había </td><td data-bbox="454 1921 1434 1986"> Se requiere preparar una sesión de laboratorio en la que los estudiantes recibirán información </td></tr>	t	A(λ)	0		5		10		15		20		25		30		Objetivo nº 2	Diseño y puesta en marcha de la actividad en formato <i>Wrong Script</i>	Actividades que había	Se requiere preparar una sesión de laboratorio en la que los estudiantes recibirán información
t	A(λ)																				
0																					
5																					
10																					
15																					
20																					
25																					
30																					
Objetivo nº 2	Diseño y puesta en marcha de la actividad en formato <i>Wrong Script</i>																				
Actividades que había	Se requiere preparar una sesión de laboratorio en la que los estudiantes recibirán información																				

previsto en la solicitud del proyecto:	aparentemente estandarizada sobre los objetivos a cubrir. Se preparará un guion de laboratorio al que se ceñirán los estudiantes para llevar a cabo el estudio cinético que se requiere para conocer el orden de la reacción protagonista del alcoholímetro, así como el tiempo requerido para determinar la concentración de límite legal de 0,25 mg l⁻¹ en aliento. El estudio se basará en la medida de la absorbancia del sistema reaccionante a lo largo de un periodo aproximado de hora y media (<i>Shimpi, 2023</i>). El profesor indicará que el guion ha sido diseñado por un químico profesional amigo suyo que está a punto de llevar al mercado un alcoholímetro cuya medida se basa en la reacción que se detalla en el guion. A medida que transcurre el estudio cinético, la disolución pasa de color naranja a color verde. Esta evolución provocará una preocupación creciente en el profesor que a partir de entonces asumirá su labor docente desde una perspectiva teatral, es decir, desempeñará un papel para que los estudiantes crean que, efectivamente, algo está mal en el planteamiento de su amigo. Las medidas experimentales que tomarán los estudiantes siguiendo el esquema inicial serán correctas pero el modelo teórico que las interpreta para conocer los detalles de la cinética y el tiempo de reacción no. El profesor, mostrando desconcierto y meditando en voz alta sobre el asunto, aportará pistas para ir guiando a los estudiantes en la resolución del problema detectado, animándolos a trabajar en equipo.
--	--

Actividades realizadas y resultados obtenidos:	Actividades realizadas La actividad en formato <i>Wrong Script</i> se ha desarrollado según lo previsto en la asignatura Química Física III del grado en Química. Aprovechando que este curso eran 2 los grupos de laboratorio, la actividad prevista se ha desarrollado aplicando matices diferentes en cada grupo que se describen más abajo. El guion original está escrito en formato tradicional, pero incluye un error deliberado (<i>Sarah Shi Hui Wong, 2022; Wong, 2023</i>) que afecta a la interpretación de los datos experimentales (no a la adquisición de esos datos). Durante la primera fase de la sesión de laboratorio (primera hora y media – fase A) los alumnos toman esos datos experimentales y los analizan sin ser conscientes del error en el planteamiento del guion. En la segunda fase (últimas 2 horas y media – fase B) afrontan la resolución de ese problema inesperado sin guion, actuando como ocurriría en circunstancias reales en el entorno de un trabajo profesional. En un grupo se ha presentado la actividad como se indicaba en la solicitud del proyecto, esto es, el guion de la práctica <i>está escrito</i> por un industrial de la provincia que ha comercializado un alcoholímetro de su invención. Para desarrollar dicho aparato, tuvo que caracterizar la cinética de la reacción que consume etanol. Ese trabajo, gracias a la <i>amistad</i> que le une al profesor de la asignatura constituye un <i>ejemplo de influencia positiva entre el ámbito industrial y el académico</i>. Pero ocurre una incidencia ajena a la universidad. El industrial, una vez remitido a la UCA el guion de laboratorio, ha recibido una notificación de la Guardia Civil indicando perspectiva de sanción porque hay indicios de malfuncionamiento en su equipo. Esta circunstancia se expone en el laboratorio tras la primera fase de la sesión en un documento que se proporciona a cada alumno y constituye el preámbulo de la segunda fase en la que los éstos afrontan el análisis de ese error que tienen que identificar y resolver sin guion establecido. En esta segunda fase el profesor va guiando a los alumnos con objeto de que concentren su pensamiento en los elementos claves para resolver el nuevo problema y para que colaboren entre ellos. Este enfoque se mostró muy interesante por las circunstancias cómicas que introdujo el supuesto informe de la Guardia Civil (anexo I)
--	--

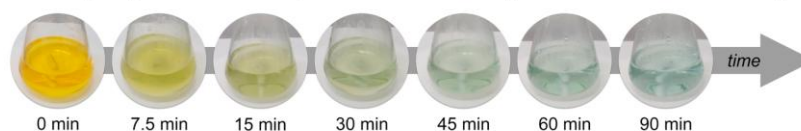
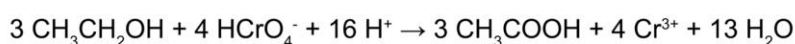
cuyos indicios de malfuncionamiento del alcoholímetro comercializado residían en experiencias con supuestos usuarios que no daban el mínimo de alcohol punible según la lectura del alcoholímetro y sin embargo mostraban un comportamiento obvio de elevada saturación alcohólica. Este enfoque cómico (Berge, 2017; Farhana Bakar, 2019; Fatih Erdogan, 2021) del informe que incluía referencias respecto a la relación entre el empresario y los profesores de la asignatura, ayudó a replantear los nuevos objetivos de la práctica que se desarrolló bajo un clima de trabajo relajado, impregnado de complicidad emocional entre profesores y alumnos (Bain, 2004), lo que facilitó la resolución de los problemas surgidos en la segunda parte de la sesión de laboratorio (últimas 2 horas y medias-fase B).

El resultado de esta experiencia, con inspiración en otros trabajos publicados en los que el formato teatral se ha mostrado útil en la transmisión de ideas sobre la educación superior (Levenspiel, 1999; Longo, 2004; Lowe, 1988; Pou-Amérigo, 2021; Todd, 1993), se ha teatralizado dando fruto en una obra en 5 actos.

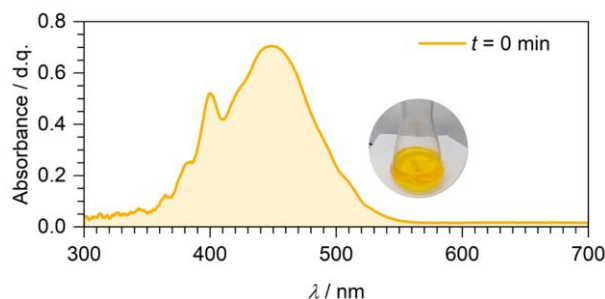
- En el segundo grupo de laboratorio de la asignatura, la experiencia se expone de forma directa sin teatralización. En la fase A los alumnos asumen el trabajo con un guion sobre el que no pesa sospecha. Una vez obtenidos los datos experimentales, el profesor explica las evidencias que sirven para concluir que la interpretación de dichos datos (no los propios datos) es errónea y que, en consecuencia, procede afrontar una segunda fase en la que él mismo hará de Cicerón para que los alumnos avancen, sin guion, en el análisis del problema y en su resolución.

Descripción de la primera parte del trabajo en el laboratorio – fase A (primera hora y media).

- La cinética de la reacción que participa en el alcoholímetro se sigue por espectrofotometría. El etanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) reacciona con el ion cromato (HCrO_4^-) que aporta a la disolución un color naranja. Conforme la reacción avanza, ese color pierde intensidad.



- La longitud de onda para hacer el seguimiento la eligen los alumnos tras obtener un espectro de la muestra inicial:



- Como el colorímetro con el que harán el seguimiento de la intensidad solo dispone de 4 longitudes de onda, eligen 430 nm que es la opción más cercana al máximo de la figura anterior.
- La relación entre la ecuación cinética a determinar (si se trata de pseudo orden cero, uno

o dos) y la absorbancia de la muestra se ilustra en el guion de laboratorio:

Pseudo orden cero

Pseudo orden uno

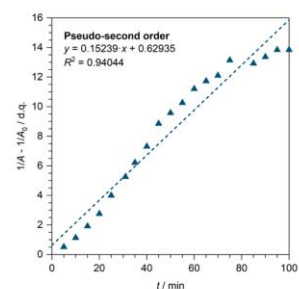
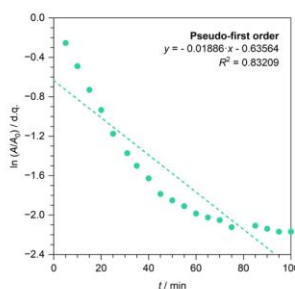
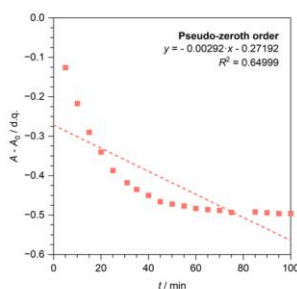
Pseudo orden dos

$$A - A_0 = -\frac{A_0}{[\text{HCrO}_4^-]_0} k_{\text{obs}} t$$

$$\ln \frac{A}{A_0} = -k_{\text{obs}} t$$

$$\frac{1}{A} - \frac{1}{A_0} = \frac{k_{\text{obs}} [\text{HCrO}_4^-]_0}{A_0} t$$

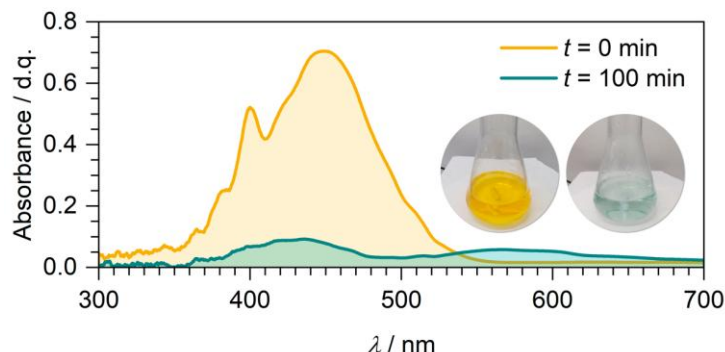
- Pero la monitorización de los datos experimentales con estas ecuaciones no parece dar resultado. El pseudo orden correcto debería reflejar unos datos distribuidos a lo largo de una recta, pero no es eso lo que se obtiene:



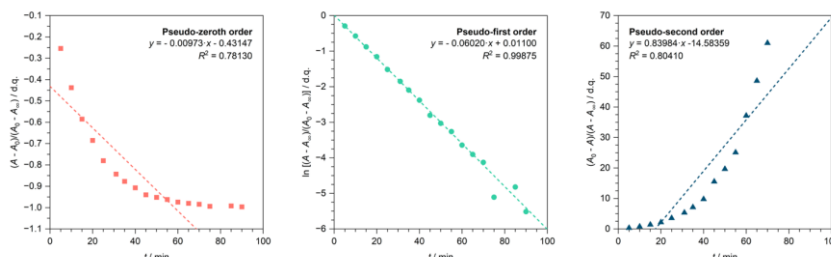
- El profesor, antes de que los estudiantes obtuvieran estas curvas, ya mostraba preocupación (*fingida*) al observar el color que iban tomando las muestras desde una tonalidad anaranjada hacia una verdosa.

Descripción de la segunda parte del trabajo en el laboratorio – fase B (últimas dos horas y media)

- En el primer grupo, el profesor lee el documento que *acaba de recibir* del empresario con la incidencia con la Guardia Civil (anexo I). Liga esto a la preocupación mostrada en la última hora tras constatar la evolución del color de las muestras.
- En el segundo grupo, el profesor simplemente indica a sus estudiantes que las gráficas no lineales evidencian un problema que deberían haber sospechado al ver la evolución del color de las muestras.
- Más allá de estas introducciones a la fase B, en ambos grupos se inicia un proceso de diálogo y cooperación entre el profesor y sus alumnos en el que la gran mayoría participa activamente. En ese diálogo, el profesor va dando poco a poco pistas para resolver el problema siempre dejando que sean ellos los que las encuentren e interpreten.
- La evolución de esta fase pasa secuencialmente por estos estadios:
 - El color verde de la muestra final indica que hay una segunda especie (Cr^{3+}) que podría falsear el tratamiento matemático planteado inicialmente para determinar el pseudo orden de la reacción.
 - Para confirmar esta hipótesis los estudiantes obtienen un espectro de la muestra final con el que concluyen que, a 430 nm, efectivamente, la absorbancia medida corresponde a la suma de la especie reactiva (naranja) y la especie que se obtiene como producto (verde).



- El siguiente paso es caer en la cuenta de que hay que reconsiderar las ecuaciones cinéticas planteando la contribución de ambas especies.
- El paso más complicado para ellos consiste en afrontar esta etapa matemática conjugando sentido común y datos experimentales.
- Una vez obtenidas las nuevas ecuaciones, aplican en ellas los datos experimentales obtenidos en la fase B. para constatar, ahora sí, que la primera parte del problema está resuelta porque ya hay una distribución claramente lineal:



- Pero aquí no acaba el problema. El propio desarrollo de los acontecimientos nos lleva a plantear un cálculo que permita discernir si el alcoholímetro funciona correctamente y cuánto tiempo requiere para dar respuesta a una medida real. Aquí se relacionan distintos parámetros académicos (pseudorden de reacción, constante cinética, ecuación integrada en términos de absorbancia) con parámetros aplicados (tasa de alcohol en sangre y en aliento, volumen del alcoholímetro y concentración de alcohol en aliento permitida por la legislación vigente).
- Los alumnos finalmente concluyen que el alcoholímetro basado en la reacción química analizada funciona correctamente y que una tasa elevada de alcohol en aliento daría rápida respuesta del dispositivo (apenas 2 segundos).
- En consecuencia, concluyen que las incidencias detectadas en los dispositivos no tienen origen en el fundamento químico y por tanto estarán relacionadas con otros factores ligados posiblemente a la electrónica.

Resultados obtenidos

Desde nuestro punto de vista, la resolución de un problema imprevisto (*Wrong Script*) ha logrado *enganchar* a la mayor parte de los estudiantes, desarrollando en ellos diversas competencias de interés, algunas de ellas, ajenas a las implementadas en las descripciones de los planes de estudio:

- capacidad para analizar con detenimiento un problema inesperado
- concentración en el estudio

	• colaboración entre iguales y • confianza en las posibilidades de uno mismo para no abandonar el reto antes de tiempo con la excusa de que el alumno considere que no dispone de la formación adecuada. En relación con la opinión de los estudiantes, se adjunta (sic) a continuación la relación de comentarios que incluyeron (sección <i>Wrong Script</i> – versión teatralizada) en los cuestionarios anónimos que se les pasó y cuyos datos se muestran más abajo en el Objetivo nº 3. • <i>Te agradezco la preparación de esta práctica. Gracias por invertir tu tiempo en hacerla un poco más amena.</i> • <i>Lo único que me “molestó” fue que nos hicieran ilusiones diciendo que íbamos a salir antes y al final no fue así. Por lo demás una práctica muy interesante.</i> • <i>Desde mi punto de vista fue algo que hasta la fecha no me había pasado, y salí mucho mas contenta de las practicas y con mas conocimientos.</i> • <i>Ha hecho la practica muy interesante llamando la atencion de los alumnos y motivando a la actividad científica.</i> • <i>La práctica sobre el misterio del alcoholímetro ha ayudado ha entender su funcionamiento, ha desarrollar métodos que hemos dado en teoría para saber el orden de la reacion y así la CTe de velocidad. Es muy útil para el aprendizaje de lo que se da en teoría. El enfoque para afrontar problemas reales, que se pueden dar en un laboratorio es útil, hace que la práctica sea más interesante y además la resolución al problema es lo importante, el intentar saber que está ocurriendo y como podemos solucionarlo. Deberían realizarse más prácticas con estos enfoques, ayuda al alumno a su aprendizaje y sobretodo a desarrollar los conocimientos y habilidades.</i> • <i>Me ha resultado muy buena la interpretación teatral</i> ☐ • <i>Me ha servido para reflexionar más, como si estuviera en un proyecto de investigación futura en un laboratorio.</i> • <i>La práctica anterior me sirvió para aplicar los conocimientos aprendidos en clase y ponerme en una situación donde tenga que afrontar un problema.</i> • <i>Me pareció algo realista. Un problema que en el día de mañana será nuestro día a día y habrá que saber gestionarlo.</i> • <i>Me pareció interesante la dinámica de la anterior práctica.</i> • <i>El decir que si terminábamos rápido la parte del guion nos podíamos ir antes y luego introducir otra parte inesperadamente va a malas ideas.</i>
Objetivo nº 3	Diseño de encuesta anónima
Actividades previstas:	Se requiere el diseño de una encuesta anónima que permita evaluar la opinión de los estudiantes respecto a las actividades desarrolladas en el laboratorio tanto en el enfoque <i>Escape Lab</i> como en el <i>Wrong Script</i> . La encuesta se diseñará para poder conocer la opinión de los estudiantes y comparar la experiencia con el aprendizaje asociado a una práctica de laboratorio elaborada desde un enfoque tradicional.
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	Se ha diseñado y puesto a disposición de los alumnos implicados una encuesta anónima con las siguientes características: • 3 preguntas para valorar el cambio de opinión antes y después de llevar a cabo la experiencia <i>Wrong Script</i>. • 5 preguntas para valorar la experiencia <i>Wrong Script</i> después de llevarla a cabo. • 8 preguntas para valorar la experiencia <i>Wrong Script</i> y <i>Escape Lab</i>, cada una de ellas comparándola con una experiencia tradicional basada en un guion de laboratorio tipo receta de cocina. Los resultados se exponen más abajo en el apartado 3.

2. Realice una breve valoración sobre la influencia del proyecto ejecutado en la evolución de las asignaturas implicadas.

Análisis del impacto de la innovación en las asignaturas relacionadas con el proyecto

Las actividades llevadas a cabo en el seno de este proyecto representan una innovación en la forma de impartir docencia en el laboratorio que se ha construido sobre la base de los estudios y experiencias prácticas previas citadas a lo largo de esta memoria (ver referencias).

A la vista de la experiencia de los profesores implicados y de las encuestas y comentarios particulares que los alumnos reflejaron en ellas, el esfuerzo realizado bien merece la pena, constituyendo un aval para continuar la experiencia en su formato *Wrong Script* en los próximos cursos. La experiencia nos hace incluso plantear la transformación de otras prácticas de otras asignaturas para que se lleven a cabo bajo un patrón de trabajo parecido.

La experiencia *Escape Lab* también ha resultado de gran interés para el aprendizaje de los alumnos, aunque, por estar basada en un formato competitivo donde las herramientas iniciales de trabajo deben escogerlas ellos mismos y el profesor ejerce de árbitro-formador, se ha mostrado más exigente y no tan favorecedora de la cooperación entre iguales. Estas circunstancias constatadas en esta primera edición son positivas, hacen que esta experiencia se constituya en alternativa docente de gran interés en cursos más avanzados en los que los estudiantes dispongan de más madurez académica.

En ambos casos, a raíz tanto de los comentarios de los alumnos en las encuestas como en las charlas mantenidas con ellos en el mismo laboratorio, constatamos que agradecen el esfuerzo realizado por los profesores para cambiar la rutina de aprendizaje en el laboratorio. Este agradecimiento *per se*, no es suficiente, para validar las experiencias. No obstante, el hecho de que les hayan parecido más complejas de resolver en comparación con los objetivos marcados en un formato de aprendizaje tradicional y, aun así, destaquen que han estado más motivados de lo habitual para resolverlos y que les gustaría que se mantuviese y ampliase esta dinámica de trabajo, esto sí, nos permite afirmar, junto a todos los indicios y evidencias mostrados en esta memoria, que el proyecto ha sido exitoso y valioso para formar y mejorar el aprendizaje en las prácticas de laboratorio de las asignaturas implicadas.

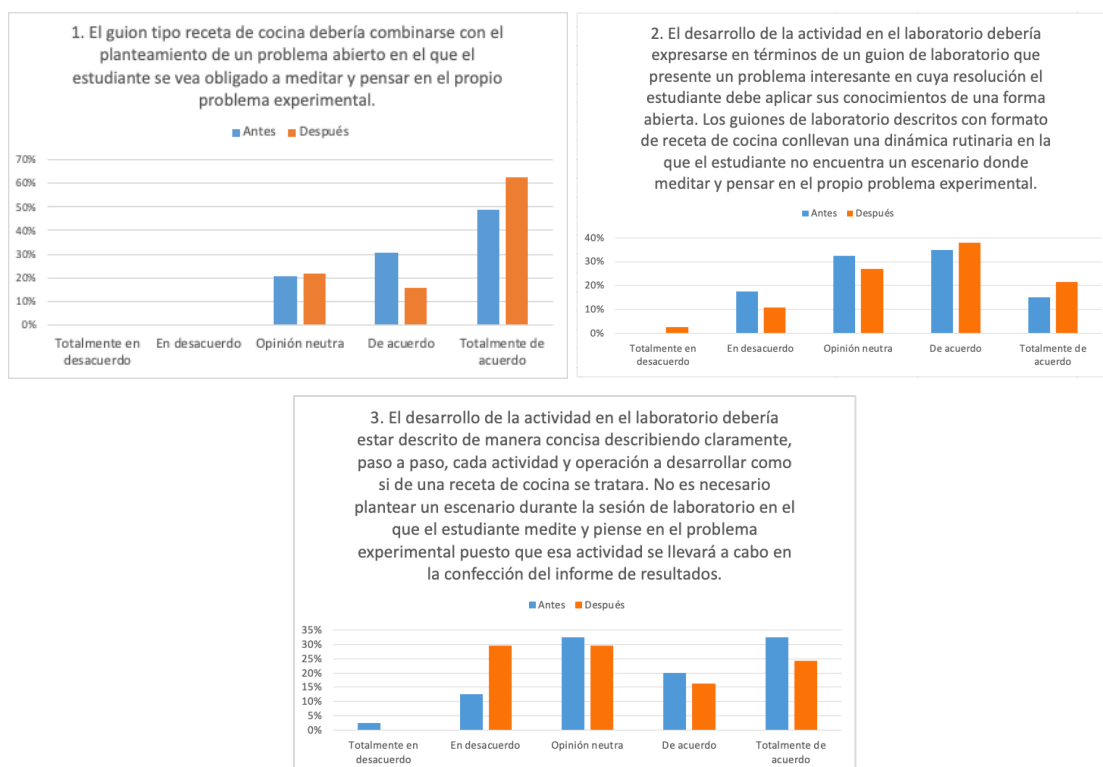
3. Incluya en la siguiente tabla el número de alumnado matriculado y el de respuestas recibidas en cada opción y realice una valoración crítica sobre la influencia que el proyecto ha ejercido en la opinión del alumnado.

	Química Física III Grado en Química <i>Wrong Script</i>	Termodinámica y Cinética Grado en Biotecnología <i>Escape Lab</i>
Matriculados (excluidos repetidores con prácticas aprobadas)	50	54
Respuestas recibidas	21	8

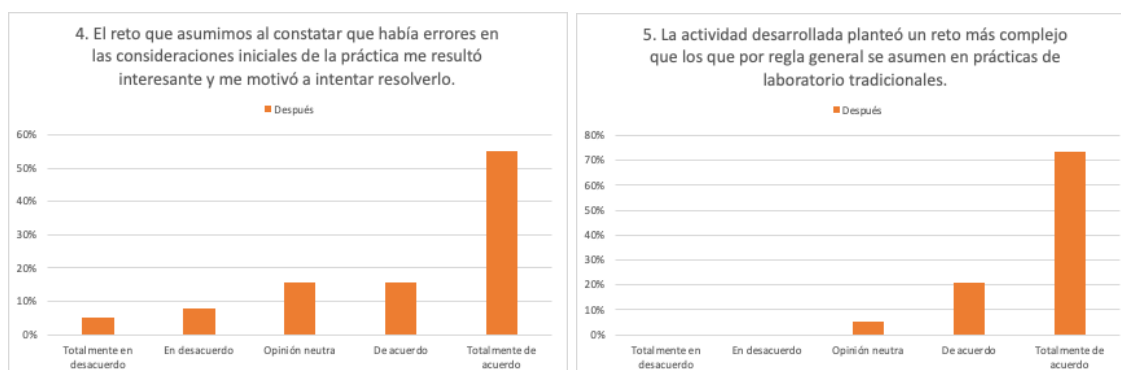
La convocatoria Innova contempla informar a los alumnos implicados de que serán objeto de un proyecto de innovación docente, así como recabar su opinión respecto a su aprendizaje, antes y después de la experiencia. Como este proyecto se basa en el factor sorpresa y en la inclusión de un error deliberado del que no debían estar previamente informados, se ha modificado la encuesta prevista en la normativa como puede evidenciarse en las preguntas y respuestas que se exponen a continuación, pero manteniendo el espíritu de la convocatoria de recabar opiniones antes (sin informarles expresamente de que son protagonistas de un proyecto) y después, para analizar la influencia de este sobre su aprendizaje. Los porcentajes que se aportan son respecto al número total de respuestas recibidas en cada encuesta.

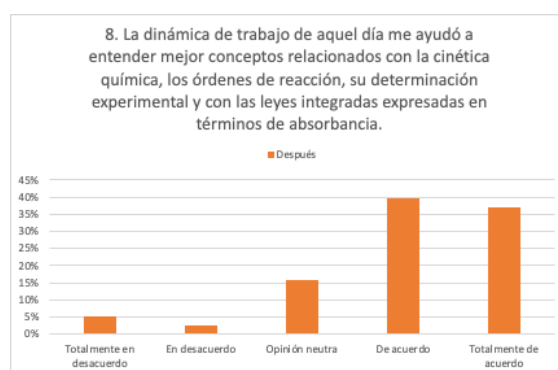
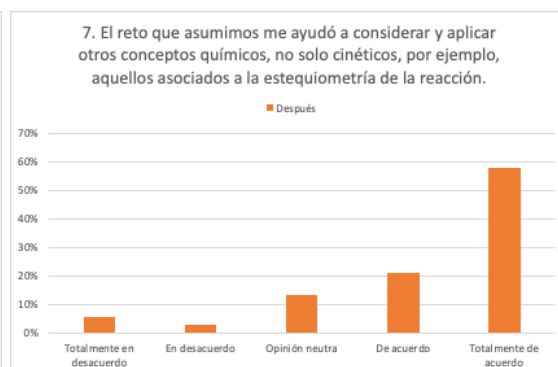
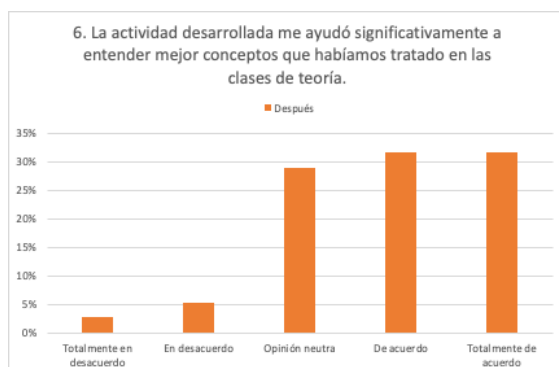
Importante: debido a la escasa participación, los resultados de las encuestas tienen un valor relativo. Téngase en cuenta sobre todo en lo que respecta a la versión *Escape Lab*, en la que las respuestas representaron menos de un 15%, frente a la versión *Wrong Script* (<42%).

Cambios de opinión tras la experiencia *Wrong Script* en lo que respecta a la naturaleza del guion de prácticas:

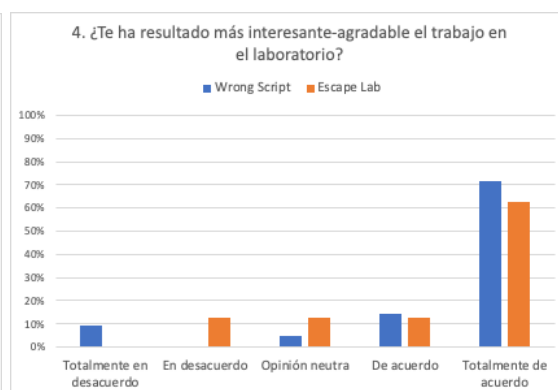
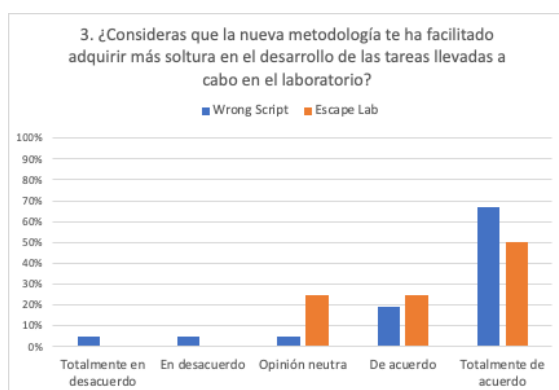
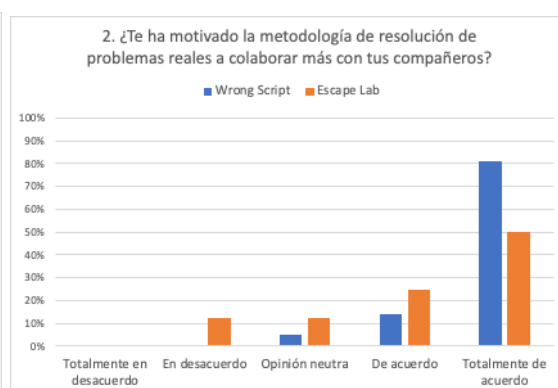
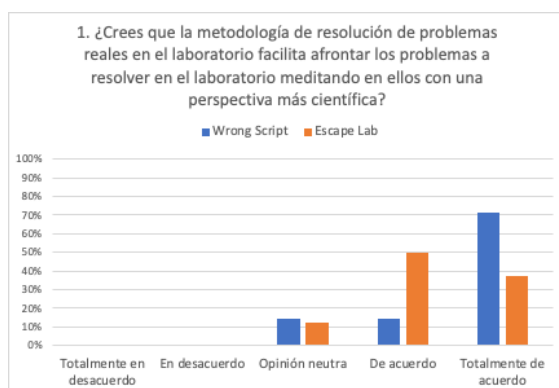


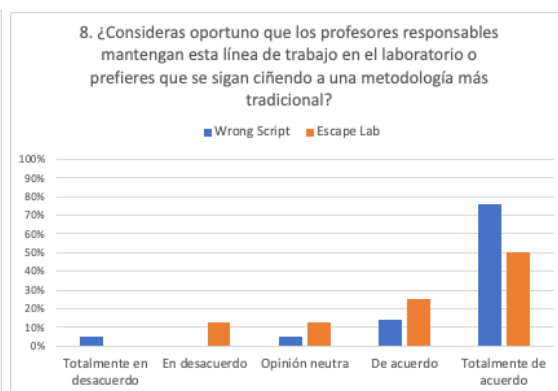
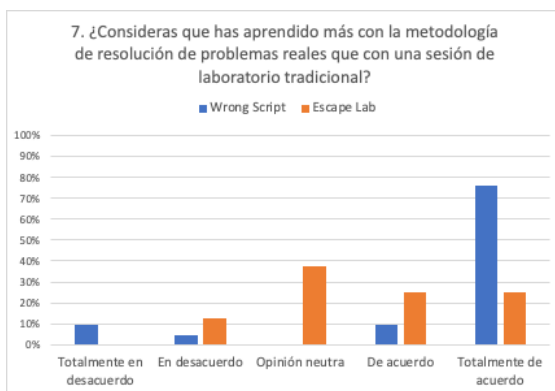
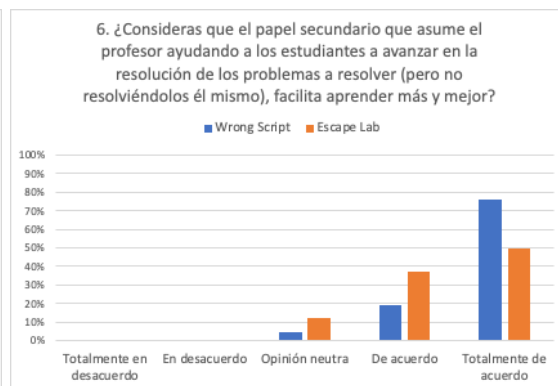
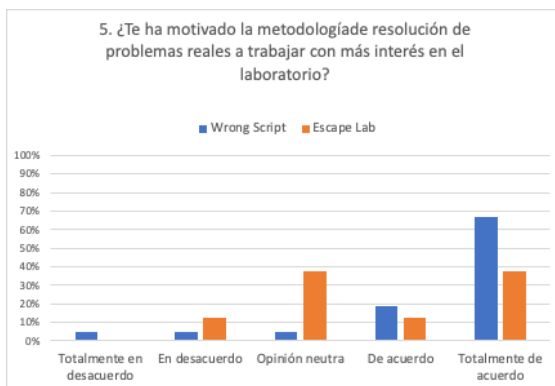
Consideraciones sobre motivación y aprendizaje tras la experiencia *Wrong Script*:





Wrong Script y Escape Lab vs guion tradicional:





4. **Describe las medidas de difusión a las que se comprometió en la solicitud y las que ha llevado a cabo. Describe, analice y valore los desajustes respecto a lo previsto en el proyecto y las soluciones aplicadas.**

Descripción de las medidas de difusión comprometidas en la solicitud
Además de elaborar las memorias de resultados que correspondan con lo establecido en las bases de esta convocatoria los firmantes de esta petición planteamos la posibilidad de publicar la experiencia que resulte en una revista internacional que afronte entre sus objetivos la docencia de la química. Barajamos por el momento las siguientes opciones: • <i>Journal of Chemical Education</i> • <i>Chemistry Education Research and Practice</i> • <i>Education for Chemical Engineers</i>
Descripción de las medidas de difusión que se han llevado a cabo
• Se ha escrito un artículo en inglés enviado al <i>Journal of Chemical Education</i> con la descripción de las experiencias desarrolladas en el marco de este proyecto. • Se ha escrito una versión teatral de la actividad en 5 actos que se baraja difundir entre formatos de divulgación científica y organizaciones universitarias de teatro científico como la ligada a la Universidad de Valencia (<i>Pou-Amérigo, 2021</i>) (https://www.uv.es/uvweb/unidad-cultura-cientifica-innovacion-catedra-divulgacion-ciencia/es/actividades/teatro-quimico-1286421251366.html). • La experiencia desarrollada en el marco de este proyecto ha sido expuesta como comunicación oral en la IX Reunión de Innovación Docente en Química (INDOQUIM) celebrada en la Universidad de Granada durante los días 3 (fecha de la exposición) y 4 de septiembre de 2026 (anexo II).

5. **Conclusiones.** Entre ellas, describa las aplicaciones futuras del proyecto, su sostenibilidad y posible continuidad y estrategias para ello.

Conclusiones
En la versión <i>Wrong Script</i>, los profesores establecen un contacto más cercano con el alumno arrastrado por una trama teatral que propicia la formación de un equipo de trabajo conjunto que enfoca unido la resolución de los nuevos objetivos. En la versión <i>Escape Lab</i>, bajo la consideración de un formato más competitivo, el alumno afronta un reto más exigente en el que el profesor ejerce un apoyo a demanda. Ambas experiencias han supuesto un impulso a la renovación de las técnicas de aprendizaje en el laboratorio que, aun suponiendo un mayor esfuerzo a los alumnos respecto al trabajo a desarrollar en una práctica de laboratorio tradicional, les ha motivado e interesado más. Aplicaciones futuras del proyecto: • Mantendremos la experiencia actual del formato <i>Wrong Script</i> en la asignatura Química Física III. • Valoramos ampliar la experiencia en otras prácticas de la asignatura. • Las medidas de difusión pretenden explicar y apoyar a todo el profesorado que quiera aplicar la experiencia en sus propios contextos académicos. En este aspecto estamos prestos a asesorar a cualquier interesado en nuestra experiencia para que pueda aplicarla en su actividad docente en el laboratorio. • Valoramos aun si mantener el formato <i>Escape Lab</i> o limitarlo a prácticas de asignaturas de cursos posteriores. Continuidad y sostenibilidad: • Las experiencias, toda vez que ya se han diseñado y puesto en marcha, disponen del recorrido y esfuerzo previo necesario para poder perpetuarse en la docencia. En consecuencia, son experiencias sostenibles que solo requieren que el equipo de profesores quiera involucrarse en una forma de enseñar que les exige más esfuerzo y dedicación, pero cuyos resultados son muy motivadores. Estrategias de ampliación: • La aplicación en otros contextos (otras prácticas, otras asignaturas) requiere un trabajo previo considerable cuya magnitud no es pequeña para poder asegurar el factor sorpresa (teatral), que logre motivar y despertar el interés del alumno <i>sorprendido</i> por resolver un problema inesperado para el que no cuenta con la ayuda de guion al uso tradicional. Se valorará en los próximos meses la posibilidad de sumar una segunda práctica de la asignatura Química Física III a la experiencia.

Referencias

- Alice Veldkamp, L. v. d. G., Marie-Christine P. J. Knippels, Wouter R. van Joolingen. (2020). Escape education: A systematic review on escape rooms in education. *Educational Research Review*, 31. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100364>
- Anton, S. F. (2024). Creating a Chemical Escape Room at the University Level. *Journal of Chemical Education*, 101(12), 5369-5375. <https://doi.org/https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00994>
- Bain, K. (2004). *What the best college teachers do*. Harvard University Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.2307/j.ctvjnrvvb>
- Berge, M. (2017). The Role of Humor in Learning Physics: a Study of Undergraduate Students. *Research in Science Education*, 47, 427-450. <https://doi.org/10.1007/s11165-015-9508-4>
- Farhana Bakar, V. K. (2019). The use of humour in teaching and learning in higher education classrooms: Lecturers' perspectives. *Journal of English for Academic Purposes*, 40, 15-25. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jeap.2019.04.006>
- Fatih Erdogdu, Ü. Ç. (2021). The educational power of humor on student engagement in online learning environments. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 16. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s41039-021-00158-8>
- Levenspiel, O. (1999). *Chemical Reaction Engineering* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- Longo, K. J. (2004). Using a Socratic Dialogue to teach the mole concept to adult learners. *Journal of Chemical Education*, 84(8), 1285-1286. <https://doi.org/https://doi.org/10.1021/ed084p1285>
- Lowe, J. P. (1988). Entropy: Conceptual Disorder. *Journal of Chemical Education*, 65(5), 403-406.
- Pou-Amérigo, R. (2021). *El teatro es pura química. La química es puro teatro*. Psylicom Ediciones.
- R. F. Borkenstein, H. W. S. (1961). The Breathalyzer and its Applications. *Medicine, Science and the Law*, 2(1), 13-22. <https://doi.org/10.1177/002580246200200103>
- Ran Peleg, M. Y., Dvora Katchevich, Mor Moria-Shipony, Ron Blonder. (2019). A Lab-Based Chemical Escape Room: Educational, Mobile, and Fun! *Journal of Chemical Education*, 96, 955-960. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00406>
- Sarah Shi Hui Wong, S. W. H. L. (2022). The derring effect: deliberate errors enhance learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 151(1), 25-40.
- Shimpi, R. (2023). Relative Kinetic Study of Oxidation of Ethanol by Potassium Dichromate and Potassium Permanganate in Aqueous Acidic Media. *International Journal of Science and Research*, 12(12), 686-691. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.21275/SR231207185752>
- Shirly Avargil, G. S., Yoram Zemel. (2021). Educational Escape Room: Break Dalton's Code and Escape! *Journal of Chemical Education*, 98(7), 2313-2322. <https://doi.org/https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00110>
- Swartz, J. (2004). *Breath Testing for Prosecutors*. American Prosecutors Research Institute.
- Todd, D. (1993). Acid and Water. A Socratic Dialogue. *Journal of Chemical Education*, 70(12). <https://doi.org/https://doi.org/10.1021/ed070p1022>
- Wong, S. S. H. (2023). Deliberate erring improves far transfer of learning more than errorless elaboration and spotting and correcting others' errors. *Educational Psychology Review*, 35. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10648-023-09739-z>

Anexo I

NOTA DE LA EMPRESA A LOS PROFESORES DE QFIII

Estimados compañeros de la Universidad de Cádiz:

Como os indicamos hace unos días la Guardia Civil nos ha informado de incidencias graves detectadas en alcoholímetros recientemente adquiridos de nuestra marca.

Las primeras anomalías se revelaron con motivo de un control de alcoholemia rutinario practicado en una carretera de la provincia de Cádiz a un señor que dio negativo. A pesar de ello el sujeto levantó sospechas de su estado cuando, tras la solicitud del agente para que soplara por el alcoholímetro, se arrancó con el pasodoble de los *Yesterdays*.

Este indicio de malfuncionamiento fue corroborado minutos más tarde cuando se le solicitó al sujeto que saliera del vehículo. Lo hizo con un deambular errante que finalizó junto a una farola a la que el señor confundió con su suegra.

En consecuencia, parece ratificarse una anomalía en el funcionamiento de nuestros equipos. Tratamos de averiguar si los problemas se localizan en la electrónica del dispositivo (en cuyo caso seríamos ajenos a la incidencia) o en elementos relacionados con la velocidad de la reacción en la que se basa la estimación de la cantidad de alcohol en muestra.

Si la reacción fuese más lenta de lo que hemos previsto en nuestros estudios, podría suceder que la lectura del alcoholímetro solo fuese fiable tras dejar pasar un tiempo superior del que ahora establecemos en las instrucciones de uso.

NOTA DE LOS PROFESORES

El dueño de la empresa comercializadora de los alcoholímetros estudió con los actuales profesores de la asignatura QFIII en la que entonces era la Licenciatura en Ciencias Químicas de la Universidad de Cádiz. De vez en cuando coinciden para jugar a la pelota y, todo sea dicho, le da coraje cuando le referimos lo buenos que son los alumnos de este curso: que si son muy avispados, que si se comen el mundo, que si están preparando a futuros profesionales de un potencial tremendo, que si da gloria verlos, ...

El dueño de la empresa nos ha derivado el problema con sus alcoholímetros con el propósito de provocar una derrota anímica en sus antiguos compañeros cuando constaten que sus alumnos no pueden resolverlo.

PREMISAS CONSTATADAS

Los alcoholímetros basados en la cinética que estudiamos en la práctica 5 no están funcionando correctamente. Existe un error en la interpretación de los datos de absorbancia que se relaciona con la concentración real de cromato ácido y repercute en la estimación de la concentración de alcohol en la muestra.

NUEVO OBJETIVOS A AFRONTAR

Hay que dar con el error referido arriba.

Hay que obtener la relación apropiada entre absorbancia de la muestra y concentración real de cromato ácido.

Hay que reajustar las ecuaciones integradas y confirmar el orden real de reacción y la constante cinética aparente.

Tras detectar el error y reajustar las cinéticas, hay que determinar si éste justifica las lecturas erróneas en los alcoholímetros o, por el contrario, localizan el error en la electrónica del dispositivo, ajena a la parte cinética-química.

COMUNICACIONES FLASH

Código	Autor	Título Comunicación Flash
C01	Ana María Ballesteros	Química Analítica Sostenible en prácticas docentes: miniaturización, valorización de residuos y métricas verdes
C02	Francisco Partal	Aprendizaje activo de conceptos químicos empleando aula invertida y microaprendizaje
C03	María Isabel Rodríguez	Fomento de competencias transversales en Ciencias. Comunicación oral y divulgación científica
C04	Beatriz Suárez	Metodología "Puzzleando" como herramienta estratégica para acercar la teoría abstracta a la práctica operativa en Química Analítica
C05	María Dolores Galindo	Uso de Herramientas de Simulación Digital para el Aprendizaje de la Optimización en Cromatografía de Gases: Una Experiencia Práctica con ProEZGC
C06	Celia Maya	Enseñanza interactiva de la Simetría Molecular: mejora del aprendizaje y del rendimiento académico
C07	Alberto Abalde	Dispositivos analíticos en papel y ciencia ciudadana: una propuesta sostenible para la docencia en Química Analítica
C08	Esteban Roca	AlquimIA: un formulario abierto que convierte especificaciones didácticas en herramientas docentes interactivas mediante LLMs
C09	María José Casanueva	Estudia en equipo: Aprendizaje colaborativo a través de tutorías en grupo y elaboración de bancos de problemas
C10	Juan Antonio Poce	El guion establecido
C11	Margarita Díaz	Alcanzando la multimodalidad con menos clics: aplicación de nuevas herramientas digitales e inteligencia artificial en el desarrollo de material docente
C12	María Dolores Galindo	El poder del debate dialéctico en ciencias: potenciando "soft skills" demandadas en el ámbito profesional
C13	Alejandra Arroyo	El uso de la IA generativa como una alternativa válida a los tradicionales guiones de prácticas - Una experiencia aplicada a la determinación de la composición de una aleación metálica mediante AAS
C14	Estela Giménez	Promoviendo el aprendizaje activo en Química Analítica: estrategias docentes centradas en el estudiante de grado y posgrado
C15	Nerea Villarino	Integración de estrategias sostenibles basadas en dispositivos miniaturizados en papel en la enseñanza de Química Analítica
C16	Estela Giménez	Integrando la teoría y la práctica en la enseñanza del análisis instrumental mediante aprendizaje basado en problemas
C17	Inmaculada de la Calle	Participación en ejercicios interlaboratorio y contribución a la ciencia ciudadana como estrategia de motivación del alumnado

C18	Oscar Ballesteros	¿Son útiles los autoinformes de los títulos?
C19	María Dolores Granado	Transformando la Enseñanza del Muestreo en Química Analítica con IA Generativa y Herramientas Digitales
C20	Juan José García	Desarrollo y aplicación de un juego de mesa personalizado para mejorar la asimilación de conceptos en materia de (bio)sensores.
C21	Antonio Jesús Fernández	Aprender ciencia a partir de experiencias de laboratorio: el laboratorio como eje del aprendizaje de Física y Química
C22	Isabel Pérez de Vargas	Desbloqueando el aprendizaje: implementación de un breakout educativo como estrategia de gamificación en Química General III
C23	María de Valme García	Jornada de difusión de la investigación química entre iguales: INNOVA química
C24	María del Carmen Salinas	Uso de la herramienta <i>Genially</i> para la introducción al estudio de la Química Física.
C25	María Isabel Rodríguez	Diseño asistido por IA de materiales para el aula invertida: una experiencia en docencia universitaria en Química
C26	Celia Cabeza	'Escape Room' Virtual como herramienta didáctica post-teórica: diseño e implementación en ciencias experimentales
C27	Noelia Caballero	Eliminación del protocolo experimental como estrategia para fomentar la autonomía en las prácticas de Química Analítica
C28	María de la Paz Aguilar	Diseño e implementación de un juego de escape (' <i>escape room</i> ') dentro de las estrategias de nivelación del estudiantado de nuevo ingreso en el Grado de Química
C29	Antonio Ruiz Medina	Aula invertida en la enseñanza de formulación y nomenclatura química en Grados de Ingenierías Industriales de la Universidad de Jaén
C30	Luisa María Pastrana	Uso de la investigación guiada frente al laboratorio tradicional de química