

UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA



DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MÓDULOS ONLINE DE PRELABORATORIO PARA  
LABORATORIO DE QUÍMICA ORGÁNICA

TESINA PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN  
EDUCACIÓN QUÍMICA Y PEDAGOGÍA EN QUÍMICA  
CON MENCIÓN EN EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA

Autor:  
Rubén Arancibia Olivares

Profesores Guía:  
David Reyes González  
Germán Barriga González

SANTIAGO DE CHILE, DICIEMBRE 2020

2020, Rubén Arancibia Olivares

Se autoriza la reproducción total o parcial de este material, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, siempre que se haga la referencia bibliográfica que acredite el presente trabajo y su autor.

# **Dedicatoria**

Dedico mi trabajo a todas las personas que han sido parte de mi vida, en especial a aquellos que fueron parte de mi extenso proceso de pregrado.

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer a todas las personas que han sido importantes en estos últimos años de mi vida; a mi familia, quienes me hicieron la persona de la que me enorgullezco, a mis amigos, con quienes compartimos experiencias y sueños y a mis profesores, quienes significan una inspiración y modelo de lo que quiero en mi vida. Espero poder expresarles mi aprecio de manera personal y cara a cara a cada uno cuando las condiciones me lo permitan.

# Índice

<b>Dedicatoria</b>	<b>2</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>3</b>
<b>Índice</b>	<b>4</b>
<b>Resumen</b>	<b>6</b>
<b>Abstract</b>	<b>7</b>
<b>Introducción</b>	<b>8</b>
<b>Objetivos</b>	<b>8</b>
<b>Marco teórico</b>	<b>9</b>
Prelaboratorio	9
Herramientas virtuales en un prelaboratorio	10
<b>Marco metodológico</b>	<b>11</b>
Contexto y muestra	11
Diseño e implementación de recursos virtuales:	12
Primera fase; Laboratorio N°2 Determinación de un diagrama de composición.	12
Video Interactivo como material de prelaboratorio	12
Segunda fase; Laboratorio N°5 Purificación de sustancias líquidas.	13
Estilo de presentación, teoría de carga cognitiva y enseñanza instruccional	14
Actividad 1: “drag and drop” como herramienta para la preparación técnica	15
Actividad 2: video interactivo como herramienta para la preparación teórica	16
Actividad 3: ensayo como herramienta de síntesis	19
Implementación	19
<b>Resultados y discusión</b>	<b>21</b>
Uso de H5P para la recolección de datos	21
Participación de los estudiantes	22
Controles de entrada	22
<b>Alcances y limitaciones</b>	<b>23</b>
<b>Conclusión</b>	<b>24</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>25</b>
<b>Anexo 1, preguntas video fase 1</b>	<b>28</b>

<b>Anexo 2, preguntas video fase 2</b>	<b>30</b>
<b>Anexo 3, resultados de las evaluaciones</b>	<b>33</b>
Resultados para cada paso del prelaboratorio	33
Resultados del prelaboratorio y los controles de entrada para el laboratorios 5	34
<b>Anexo 4, modelos de controles de entrada</b>	<b>35</b>
Modelo para control de entrada en fase 1, versión A	35
Modelo para control de entrada en fase 1, versión B	36
Modelo para control de entrada en fase 2, versión A	37
Modelo para control de entrada en fase 2, versión B	38

## **Resumen**

En la siguiente investigación se presenta el diseño y evaluación de un recurso multimedia online para la preparación de dos prácticos de laboratorio en el curso Química Orgánica I de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación.

La propuesta se funda en las necesidades de mejorar los aprendizajes que se esperan en las sesiones de laboratorio de los estudiantes (Bretz, 2019) y de optimizar los onerosos recursos que se requieren para llevar a cabo las sesiones de laboratorio (Sansom & Walker, 2020).

La actividad de prelaboratorio online se implementó en una plataforma de gestión del aprendizaje y en su diseño se incorporaron elementos de progresión, el tipo de acercamiento, duración de la actividad, impacto en las evaluaciones sumativas e incorporación de elementos interactivos con el fin de generar un instrumento acorde con la literatura actual.

Los análisis indican que los estudiantes presentan un nivel de participación comparativamente más alto en la propuesta cuando ésta impacta en sus calificaciones y que la realización de las actividades impacta positivamente en resultados en los controles de entrada.

## **Palabras clave**

Aprendizaje en Laboratorio, laboratorio de química orgánica, entorno virtual de aprendizaje, prelaboratorio online.

## **Abstract**

In the next investigation is displayed the design and evaluation of an online multimedia resource for the preparation of two practical labs in the subject organic chemistry I in the Metropolitan University of education sciences.

The proposal is based on the needs to improve the learning of students expected on lab sessions (Bretz, 2019) and optimize the onerous resources required to carry out lab sessions (Sansom & Walker, 2020).

The online pre laboratory activity was implemented on a platform of learning gestion, and on the design was incorporated progression elements, kind of approach, activity duration, summatory evaluations impact and incorporation of interactive elements, with the final purpose of generating an instrument according to the actual literature.

Analysis indicates that students present a participation level comparatively higher in the proposal when the impact is on their qualifications and that realization of activities impact in a positive way on the results of introductory controls.

## **Keywords**

Laboratory learning, organic chemistry laboratory, virtual learning environment, online prelaboratory.

# Introducción

Al pensar en un curso de ciencias, tanto a nivel escolar como de pregrado, es prácticamente imposible no considerar el trabajo experimental dentro de su planificación. De manera homóloga, en la enseñanza de la química, los laboratorios son considerados fundamentales a nivel de pregrado (Reid & Shah, 2007). Actualmente, bajo el contexto de educación a distancia, la enseñanza en laboratorio se ha visto relegada al uso de diversos ambientes virtuales que, aunque permiten ciertos beneficios generales (Ali & Ullah, 2020), aún no pueden considerarse reemplazos equivalentes para experiencias de laboratorio presenciales<sup>1</sup>.

Al momento de justificar la importancia de un laboratorio, por su parte, un especialista en ciencia argumentará sobre su carácter arraigadamente experimental, destacará el método científico como juez del conocimiento e incluso dará ideas referentes al empirismo para hablar de lo experiencial, pero como docentes no podemos quedarnos solo en estas ideas, sino que además debemos considerar que los laboratorios articulan un contexto único para el aprendizaje de la ciencia en nuestros estudiantes (Hofstein et al., 2013), contexto que destaca por aportar tanto la posibilidad de observar como de interactuar con un fenómeno por medio de instrumentos (Lunetta et al., 2007), todo esto sin mencionar que permite de forma concreta el desarrollo de habilidades prácticas, científicas y transferibles (Reid & Shah, 2007).

A pesar del consenso general sobre la importancia de los laboratorios en ciencia, la comunidad de investigadores ha planteado desafíos dado los altos costos que presenta la implementación de un laboratorio y la escasa evidencia sobre el impacto de este en el aprendizaje de los estudiantes (Bretz, 2019; Hofstein & Lunetta, 2004) lo que hace necesario asumir la responsabilidad de levantar información que permitan entender de mejor manera la relación entre los estudiantes, las actividades experimentales y el aprendizaje en este contexto.

En base a estas necesidades, uno de los temas que se ha posicionando para la enseñanza en contexto experimental, son las actividades de prelaboratorios (Agustian & Seery, 2017), las cuales constan de trabajos de no más de 30 minutos en donde los estudiantes se preparan para la actividad experimental ya sea en cuestiones procedimentales como conceptuales así como para el mejoramiento de la motivación y la confianza de los estudiantes.

En esta tesina, se presenta el diseño, implementación y análisis del efecto de actividades de prelaboratorio en modalidad online sobre el desarrollo de aprendizaje en el laboratorio de química orgánica.

## Objetivos

Cuantificar el impacto de una metodología de preparación online para sesiones de laboratorio en el aprendizaje de los estudiantes.

1. Diseñar actividades de prelaboratorio virtuales para el ramo de química orgánica I

---

<sup>1</sup> <https://www.acs.org/content/acs/en/policy/publicpolicies/education/computersimulations.html>

2. Implementar actividades de prelaboratorio virtuales para el ramo de química orgánica I
3. Recolectar y sistematizar los datos obtenidos en la implementación de las actividades de prelaboratorio virtuales para el ramo de química orgánica I
4. Establecer la existencia o no de la relación entre los resultados obtenidos a partir de prelaboratorio virtuales para el ramo de química orgánica I con los controles de entrada.

## Marco teórico

En la literatura se suele referir a lo que conocemos como actividades de laboratorio por los nombres de *Laboratory work* (trabajo de laboratorio), entendido como una actividad práctica donde los estudiantes usan reactivos y equipos en un laboratorio de química (Reid & Shah, 2007) o *Practical work* (trabajo práctico), como cualquier actividad de clase, laboratorio o en terreno, donde se usen instrumentos científicos, reactivos, especímenes biológicos o modelos científicos por estudiantes y/o docentes (Hodson, 2005). Estas acepciones suelen usarse en Estados Unidos y Reino Unido respectivamente (Hofstein et al., 2013).

En términos de este trabajo, se entenderá por una actividad de laboratorio cualquier actividad práctica de orden experimental que dispone un docente para que los estudiantes interactúen con instrumentos y productos químicos u otras fuentes secundarias de datos para observar, comprender y experimentar el mundo natural en ambientes cara a cara y/o apoyados por sistemas informáticos en un laboratorio de química.

## Prelaboratorio

Cuando un estudiante se enfrenta a una actividad de laboratorio, este debe abordar por lo menos dos etapas que se pueden diferenciar claramente según el trabajo que se realice. De esta forma se establece la existencia de un primer momento previo a la sesión de laboratorio, llamado prelaboratorio, en el cual el estudiante debe prepararse para las actividades experimentales y un momento posterior en el que se realizan las actividades del laboratorio como tal (Seery et al., 2019).

Un prelaboratorio, al posicionarse como una etapa previa y de preparación para una actividad experimental (Agustian & Seery, 2017), posee intencionalidades marcadas según los aspectos que se decidan abarcar; teórico, experimental y/o afectivo. De esta forma, se suele utilizar clases previas (tanto en formato presencial como en videoconferencias), guía de laboratorio, cuestionarios o grupos de discusión para abordar los conceptos y teorías base. Por otra parte, videos explicativos de técnicas experimentales, simuladores de experiencias prácticas o la revisión de las normas de seguridad en el laboratorio son parte de los elementos principales para desarrollar los aspectos técnicos. Finalmente, si bien no existen herramientas definidas para desarrollar el aspecto afectivo, este dominio se suele relacionar con la confianza, autonomía, motivación e incluso el interés que demuestran mayoritariamente los estudiantes que desarrollan actividades de prelaboratorio.

A partir de lo anterior, se entiende que uno de los fundamentos principales para la implementación de un prelaboratorio se relaciona con la posibilidad de disminuir la sobrecarga de información que debe manejar un estudiante para el desarrollo de las actividades

experimentales; materiales, procesos, técnicas, datos, aparatos, reactivos, etc. De esta forma el estudiante puede adelantar y reafirmar los conocimientos necesarios para la sesión con anterioridad, dejando el tiempo en el laboratorio abocado principalmente a la realización de la parte experimental (Johnstone, 1991; Limniou et al., 2009; Limniou & Whitehead, 2010).

Al plantear un prelaboratorio como un paso más en las actividades experimentales, es importante no perder de vista que este busca ser una preparación a la sesión experimental, por lo que las tareas que desarrolla el estudiante deben ser cortas y abocadas a la temática a trabajar, siendo un tiempo estimado de entre 15 a 30 minutos el ideal para la realización total de la preparación (Reid & Shah, 2007). A partir de estas actividades previas, se busca que el estudiante pueda conectar y revisar sus conocimientos previos, comprobar la claridad de los procedimientos y mejorar aspectos motivacionales, entre otros (Carnduff & Reid, 2003).

## **Herramientas virtuales en un prelaboratorio**

La literatura reporta diferentes actividades de prelaboratorio y estrategias para su implementación. (Agustian & Seery, 2017). La alternativa mayoritariamente utilizada en educación superior como ambientes de trabajo son las *Learning Management System* (LMS) o los *Virtual Learning Environment* (VLE) tal como lo ejemplifica Spagnoli et al. (2019). Estas plataformas virtuales se caracterizan por poseer no solo al prelaboratorio, sino que también son capaces de mantener registro personalizado de las actividades realizadas por cada estudiantes mediante *Learning Tools Interoperability* (LTI).

Las actividades que más destacan en la literatura para su uso en un prelaboratorio son los videos introductorios y los cuestionarios, siendo los primeros una herramienta para presentar información a un ritmo controlado por el estudiante y que incluso permite repetir e identificar partes que no resulten claras (Bell, 2010; Slemmons et al., 2018). La suma de estas dos herramientas aplicadas en contextos virtuales se relaciona habitualmente con un aumento en la preparación percibida por los estudiantes (Nadelson et al., 2015), lo cual aumenta su confianza y autonomía al momento de realizar las actividades experimentales (Schmidt-McCormack et al., 2017).

Recientemente se ha reportado el resultado de la implementación de módulos web basados en videos animados de corta duración y cuestionarios con pocas preguntas. Los videos incluían elementos teóricos y fundamentos de procedimientos experimentales así como detalles de su utilidad o impacto en el mundo real. Mediante diversas estrategias, se evaluó la afectividad de los módulos y en general, los estudiantes expresaron visiones positivas en términos de la comprensión y al relacionar la teoría con los procedimientos. En tanto que cerca de la mitad de los estudiantes mejoró su motivación como resultado de comprender la utilidad y valor del conocimiento adquirido (Moozeh et al., 2019).

En otra investigación, pero en el área de la biología, específicamente en un laboratorio de mapeo genético (Haagsman et al., 2020), se implementaron módulos virtuales interactivos de prelaboratorio en plataformas LMS (*Blackboard*), diseñados en la herramienta online Xerte<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> <https://xerte.org.uk/index.php/en>

mediante protocolos *Shareable Content Object Reference Model* (SCORM). Los resultados indican que los estudiantes que se prepararon mediante las actividades del prelaboratorio lograron una mejor comprensión de la teoría sobre mapeo genético cuando se comparó con el grupo control. Además, los autores sugieren que los estudiantes logran mayor conciencia respecto de los procedimientos, debido a que los estudiantes realizan menos preguntas sobre el procedimiento a realizar.

Sin embargo, con respecto a los resultados obtenidos existen tanto estudios que relacionaban al prelaboratorio con impactos positivos sobre las evaluaciones posteriores (Nadelson et al., 2015) como estudios que no identifican impacto en las evaluaciones pero que su vez si ratifican el aumento en la sensación de preparación por parte de los estudiantes (Jolley et al., 2016).

Por su parte, la literatura sobre el uso de videos, suele relacionarse a un impacto positivo atribuible al principio multimedia (Butcher, 2014; Mayer, 2017) el cual establece una mejora sustancial al momento de entregar un mensaje de manera audiovisual que únicamente auditiva o únicamente visual, tal como Mayer (2017) lo grafica en su investigación. Además, para su construcción es fundamental considerar la atención de los estudiantes mediante el uso de materiales breves (Lin et al., 2017) que duren como máximo cinco minutos y que además cuenten con un interlocutor que hable sobre la temática (Spagnoli et al., 2019). La posibilidad de complementar el video con herramientas digitales que permitan la interactividad, plantea incluso mejores resultados, destacando un aumento de la sensación de participación y ganas de aprender por parte de los estudiantes (Ghaem Sigarchian et al., 2018) y la disminución de los tiempos de trabajo, el mejoramiento de habilidades en el laboratorio e incluso la disminución de respuestas incorrectas e inciertas en las evaluaciones (Burewicz & Miranowicz, 2006). En general, se reconocen los efectos positivos del uso de elementos interactivos online en comparación a instrucciones en papel (D'Ambruso et al., 2018; Fung, 2015).

Por su parte, se recomienda en los cuestionarios utilizar dos o tres alternativas por pregunta y evitar el uso de las alternativas “todas las anteriores” y el “ninguna de las anteriores” (Haladyna et al., 2002), junto con esto se busca centrar las preguntas únicamente a la temática del laboratorio y de lo expuesto en el video (Spagnoli et al., 2019).

## **Marco metodológico**

### **Contexto y muestra**

El material se diseñó para la asignatura de Química Orgánica I de la carrera de Pedagogía en Química impartida en la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación. Esta asignatura cuenta con dos hitos evaluativos: la cátedra que constituye el hito principal con un aporte del 70% a la nota final y los prácticos de laboratorio con un aporte del 30% a la nota final.

Para el caso de las sesiones de laboratorio, los estudiantes se dividen en dos secciones con horarios de trabajo diferenciado y compuesta por aproximadamente 16 estudiantes. Esta actividad tiene una duración de tres horas cronológicas en las que se realizan diversas acciones; un control de entrada, una explicación por parte del docente sobre las principales consideraciones tanto técnicas como teóricas y la realización de la actividad práctica. Los temas que se abordaron

en todas las sesiones se muestran enumerados a continuación, siendo destacadas las sesiones 2 y 5, las cuales fueron intervenidas en la investigación.

1. Determinación del punto de fusión
- 2. Determinación de un diagrama de composición.**
3. Purificación de sustancias sólidas: recristalización
4. Purificación de sustancias sólidas: sublimación
- 5. Purificación de sustancias líquidas: destilación simple y fraccionada.**
6. Extracción y agente desecante

## **Diseño e implementación de recursos virtuales:**

Se definió el uso del entorno LMS en base a Moodle como plataforma de difusión y realización del prelaboratorio debido a que corresponde a uno de los medios de trabajos oficiales de la Universidad y del curso<sup>3</sup>. En una primera fase se realizó un video interactivo con preguntas que fue subido en la plataforma, mientras que en una segunda fase se sumaron actividades extras y se presentó todo en un formato que responde a las teorías de carga cognitiva y enseñanza instruccional.

Cada prelaboratorio estuvo disponible en la plataforma Moodle desde una semana antes hasta una hora antes de la realización del laboratorio.

### **Primera fase; Laboratorio N°2 Determinación de un diagrama de composición.**

El laboratorio trabaja la preparación de mezclas sólidas a diferentes composiciones para la determinación de sus puntos de fusión y punto eutéctico por medio del método de tubo de Thiele. Finalmente se espera realizar un análisis en base a los diagramas de composición obtenidos. Debido a la temática, se establece que el prelaboratorio buscará entregar las herramientas conceptuales que permitan la interpretación de un gráfico de composición y la aparición del punto eutéctico, por lo que se abordó únicamente el aspecto teórico (Agustian & Seery, 2017).

### **Video Interactivo como material de prelaboratorio**

El diseño del video se basó en la idea de generar cercanía con el estudiante y de no perder su atención por lo que se decidió crear una animación de menos de cinco minutos mediante PowToon<sup>4</sup>, esto debido a las limitaciones técnicas que implicaba grabar y editar a una persona. El video consta de un personaje animado que interactúa con el estudiante mediante globos de diálogo, realizando preguntas y explicando el contenido teórico. Se estableció YouTube<sup>5</sup> en modalidad no listado como plataforma de alojamiento del video debido a su alta facilidad para interactuar con otras plataformas mediante LTI.

---

<sup>3</sup> <https://evirtual-pregrado.umce.cl/>

<sup>4</sup> <https://www.powtoon.com/>

<sup>5</sup> <https://youtube.com/playlist?list=PLYldE--PXFFcEqZKUxPnEExuVN2JU397w>

Para incorporar componentes interactivos en el video se incluyeron seis preguntas de selección múltiple que se despliegan en momentos específicos mediante PlayPosit<sup>6</sup>. Este programa pausa el video y presenta una serie de posibles respuestas para una pregunta presentada en una burbuja de diálogo, tal como se muestra en la Imagen 1. Las preguntas del video interactivo presentan un comportamiento de cerrojo, en el que es necesario responder correctamente para seguir avanzando. En el caso de responder incorrectamente alguna de las preguntas, el video retrocederá algunos segundos para que el estudiante pueda revisar nuevamente alguna sección del mismo.

Para mantener registro de los avances de los estudiantes es necesario registrarse en la página de PlayPosit, paso que no fue realizado por los estudiantes y motivo por el cual no quedó registro de sus trabajos.

Las preguntas realizadas en este primer video interactivo están disponibles en el Anexo 1.

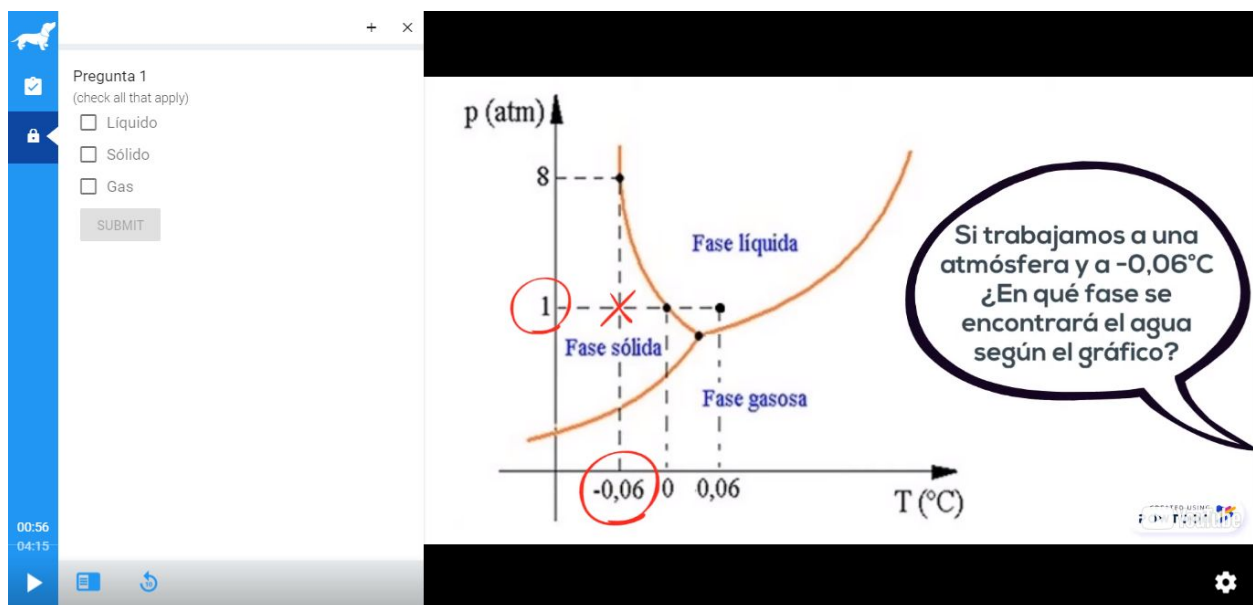


Imagen 1. Video interactivo con pregunta emergente creado en base a Powtoon y Playposit.

## Segunda fase; Laboratorio N°5 Purificación de sustancias líquidas.

Esta sesión de laboratorio trabaja la separación de impurezas en mezclas líquidas, contrastando los resultados de los sistemas de destilación simple y fraccionada, para su posterior graficación y análisis. El prelaboratorio busca entregar las herramientas conceptuales que permitan la diferenciación teórica e instrumental entre los dos tipos de destilaciones y la interpretación de los gráficos de composición por lo que aborda aspectos teóricos y procedimentales (Agustian & Seery, 2017)

<sup>6</sup> <https://go.playposit.com/>

A diferencia del prelaboratorio anterior, este consideró un porcentaje en nota para la evaluación del control de entrada. Las ponderaciones se distribuyeron de la siguiente manera: 40% prelaboratorio virtual en horario previo a la clase y 60% control de entrada escrito en horario de clase.

### Estilo de presentación, teoría de carga cognitiva y enseñanza instruccional

El diseño del prelaboratorio establece dos espacios claramente diferenciables tanto en la presentación como en el contenido, tal como se muestra en la Imagen 2.

- El primer bloque es siempre visible y explica la fecha de entrega y el porcentaje en nota de la actividad, mientras que en su parte inferior se presentan tres columnas que muestran de manera secuencial los pasos a seguir. Este diseño le permite al estudiante tener siempre en mente el plano general del trabajo a realizar y planificar su trabajo o tiempos con respecto a las actividades siguientes.
- El segundo bloque son tres paneles desplegados que se mantienen cerrados hasta que el estudiante los cliquea, momento en el que se despliegan las instrucciones específicas del trabajo, el material disponible y los enlaces a las actividades a realizar. Este estilo de presentación le permite al estudiante trabajar enfocadamente en actividades claramente diferenciadas, evitando la sobrecarga de actividades simultáneas presentadas en la pantalla.

Las actividades se detallan en los puntos siguientes.

#### Preparación Laboratorio 5

La evaluación de estas actividades corresponderá al 40% del control de laboratorio, siendo el 60% restante la calificación del control de ingreso presencial. Además, deberás tener presente que esta sección estará disponible para cada estudiante hasta las 13:00 del día que le corresponda realizar la actividad práctica.



#### Actividad 1

En la primera actividad debes trabajar a partir del manual de laboratorio que utilizas habitualmente. Responder correctamente, abrirá la Actividad 2.



#### Actividad 2

En la segunda actividad deberás ver un video interactivo referente a la teoría del laboratorio y responder las preguntas. Al responder correctamente abrirá la Actividad 3.



#### Actividad 3

En la tercera actividad deberás enviar tu respuesta a una pregunta abierta, la cual será revisada con posterioridad. Con esta actividad terminas la sección virtual.

> Actividad 1

> Actividad 2

> Actividad 3

Imagen 2. Prelaboratorio de la sesión 5 presentado a los estudiantes con los paneles desplegados cerrados.

### Actividad 1: “*drag and drop*” como herramienta para la preparación técnica

La primera actividad tiene por finalidad revisar la parte técnica de las destilaciones, se presenta por medio de un panel desplegable que inicia cerrado y el estudiante puede abrirlo cuando esté listo para iniciar el trabajo. En su interior se encuentran las instrucciones a seguir; lectura de la guía de laboratorio, paso 1 y paso 2.

El paso 1 corresponde a una sección “*drag and drop*” creada en base a H5P<sup>7</sup>. La selección de este paquete se basa en la integración ya posee con la plataforma Moodle, facilitando el trabajo del estudiante al unificar las actividades a la misma plataforma, además H5P cuenta con el registro de actividades por medio de su interoperabilidad lo que permite hacer el seguimiento del trabajo de los estudiantes.

En esta actividad se debe arrastrar las partes de un sistema de destilación simple al lugar que corresponda según una imagen de fondo, la realización incorrecta de la sección indicará los conceptos mal ubicados y permitirá realizar nuevamente un intento. Sólo al momento de conseguir el puntaje máximo en la actividad se desbloquea el paso siguiente.

Arrastra las palabras al sitio que les corresponda en la imagen, una vez completado correctamente tendrás acceso a la siguiente actividad.

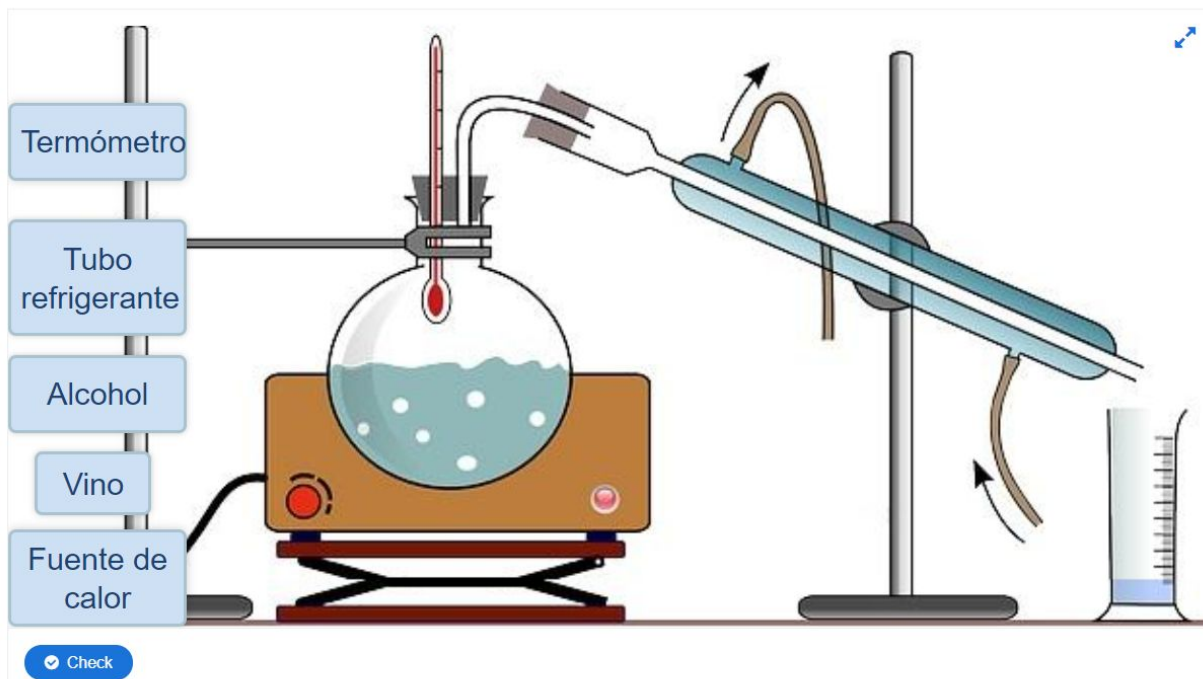


Imagen 3. Actividad “*drag and drop*” sobre el sistema de destilación simple sin responder.

<sup>7</sup> <https://h5p.org/>

El paso 2 presenta el mismo tipo de actividad “drag and drop” en base a H5P con la única diferencia de utilizar un sistema de destilación fraccionada de fondo. Al momento de conseguir el puntaje máximo en la actividad se desbloquea el paso siguiente.

En base a los pasos 1 y 2, se espera que el estudiante sea capaz de identificar los componentes de un sistema de destilación simple, sistema de destilación fraccionada, el componente a destilar, el producto de la destilación y establecer las diferencias técnicas entre los sistemas de destilación simple y fraccionada.

Finalmente, la finalización de los pasos 1 y 2 dará acceso a la Actividad siguiente.

### **Actividad 2: video interactivo como herramienta para la preparación teórica**

El diseño del video utilizó de base todo lo realizado en la primera fase; idea de cercanía con el estudiante, duración inferior a cinco minutos, animaciones en base a PowToon y almacenamiento del material en YouTube. La única diferencia es el uso de H5P para la adición del componente interactivo al video. La decisión responde a las dificultades que presentó Playposit al momento de recolectar información sobre los resultados del trabajo de cada estudiante, siendo los informes de H5P un registro fácil de conseguir e individualizado para cada estudiante.

El video presenta ocho hitos diferenciados entre ellos según el objetivo que buscaban; en la Imagen 4 encontrará un diagrama que ilustra las diferentes etapas y los tiempos del video interactivo. Las fases 4, 5, 6 y 7 mostrarán preguntas que, al igual que en los casos anteriores, actúan de cerrojo. En el caso de responder incorrectamente alguna de las preguntas, el video retrocederá algunos segundos para que el estudiante pueda revisar nuevamente alguna sección del mismo y sólo cuando se responda correctamente a las preguntas el cerrojo se abrirá y el estudiante podrá seguir reproduciendo el video.

Finalmente la realización de todas las preguntas dará acceso a los estudiantes a la siguiente actividad.

Las preguntas realizadas en este segundo video interactivo están disponibles en el Anexo 2.

# Fases del video interactivo

**1**

**Presentación del tema**

0:00

¿Qué se trabajará?  
Procesos de destilación en modelo ideal y no ideal

**2**

**Activación de conocimientos previos**

0:24

Diagramas de cambio de fase para un componente

**3**

**Introducción a la temática**

0:42

Diagramas con dos componentes  
Mezclas ideales y reales

**4**

**Diagramas Ideales**

1:08

Ejes de un gráfico  
Zonas delimitadas en el gráfico



Imagen 4. Diagrama que identifica los ocho hitos del video interactivo y su temporalidad

### Actividad 3: ensayo como herramienta de síntesis

La actividad cumple un rol de cierre, en esta el estudiante deberá desarrollar de manera escrita los temas centrales de las actividades anteriores, para esto se utilizó la función Ensayo de Moodle. Se busca que el estudiante exprese de manera directa la diferencia teórica y práctica de los sistemas de destilación simple y fraccionada junto con una explicación práctica sobre la diferencia de pureza entre sistemas de soluciones reales e idealizados.

A diferencia de las actividades anteriores, en esta sección no fue el software quien realizó la evaluación de las respuestas recibidas por lo que deben ser revisadas manualmente.

**Pregunta 1** Sin responder aún Puntúa como 1,00 [Marcar pregunta](#) [Editar pregunta](#)

Explique la razón por la cual, el sistema de destilación fraccionada entrega un destilado de mayor pureza que el sistema de destilación simple.

Explique la razón por la que la destilación en una mezcla que presenta un punto azeotrópico tendrá una pureza menor a la de una mezcla que no presente este punto.

Posee como límite 40 líneas de escritura y es recomendable adjuntar imágenes con el fin de complementar su explicación (máximo dos imágenes adjuntas).

Tamaño máximo de archivo: 100MB, número máximo de archivos: 2

Puede arrastrar y soltar archivos aquí para añadirlos

Imagen 5. Pregunta abierta presentada en la actividad 3.

## Implementación

El prelaboratorio fue implementado de forma tal que los estudiantes tengan acceso a las actividades y materiales con anticipación a su clase experimental, por lo que la plataforma se habilita con una semana de anticipación. Toda esta información es explicada con anticipación durante la sesión de laboratorio anterior.

Luego de abierta la actividad los estudiantes pueden acceder en el momento y lugar que estimen conveniente, pero deben tener en consideración que la actividad tiene un carácter preparatorio, por lo que se debe realizar antes de comenzar el laboratorio por lo que una hora antes del inicio de la sesión experimental se cierra el prelaboratorio. Es importante destacar que el prelaboratorio es compatible con computadores y dispositivos móviles, por lo que es factible realizar las actividades desde smartphones.

Si bien la sesión de laboratorio no es parte de la propuesta, se definió el uso del control de entrada para medir el impacto de la actividad de prelaboratorio. En el caso de las dos actividades

intervenidas el test fue realizado por el investigador y validado por el docente a cargo de la clase- Los modelos de los controles se encuentran en el Anexo 4.



Imagen 6. Fases de trabajo relacionadas a la implementación del prelaboratorio.

## Resultados y discusión

Los resultados de ambas intervenciones, primera y segunda fase, fueron realizadas con instrumentos diferentes y la recolección de datos por parte de ambas fue radicalmente diferente. En el caso de la primera fase, el programa PlayPosit requiere la autenticación de cada usuario en la plataforma para registrar los resultados de estos, paso que no fue considerado dentro de la investigación y que imposibilita saber el número de estudiantes que realizan las actividades y el nivel de logro de los mismos.

### Uso de H5P para la recolección de datos

En la segunda fase se consideró el uso de una herramienta que no requiriera una autenticación de usuario extra, H5P. A partir de esta herramienta se pudo extraer la información de dos reportes, uno sobre las acciones realizadas y la hora en que estas fueron realizadas por cada estudiante y un segundo informe que muestra el resultado individual de cada estudiante traducido en puntaje para cada pregunta.

En la Tabla 1 se muestra un extracto de de los reportes extraídos de H5P, en este se eliminó el nombre de las personas involucradas sus dirección IP.

Tabla 1. Extracto del informe final del paso 1 del prelaboratorio 5.

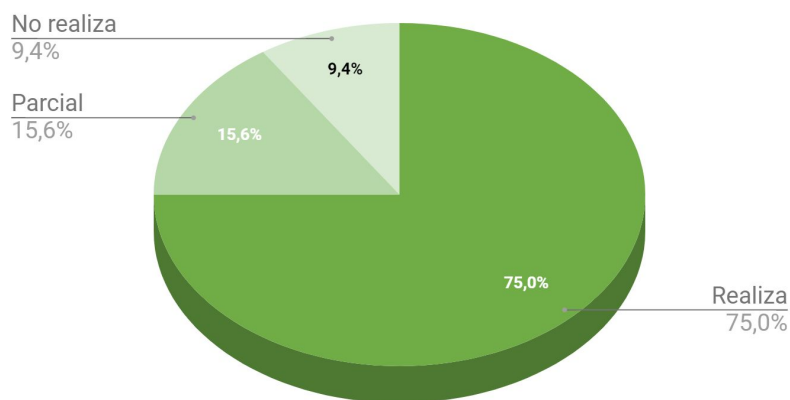
Hora	Nombre de usuario	Usuario afectado	Contexto del evento	Componente	Nombre evento	Descripción	Origen	Dirección IP
5/09/2019 11:39	-	-	Conjunto de actividades y recursos interactivos : Sistema de destilación simple	H5P	Módulo de curso visto	The user with id '12455' viewed the 'hvp' activity with course module id '138102'.	web	-
5/09/2019 11:39	-	-	Conjunto de actividades y recursos interactivos : Sistema de destilación simple	H5P	Finalización de actividad de curso actualizada	The user with id '12474' viewed the 'hvp' activity with course module id '138102'.	web	-

## Participación de los estudiantes

En la primera fase es imposible determinar de manera correcta el nivel de participación de los estudiantes en el prelaboratorio, pero en conversaciones informales la gran mayoría de los estudiantes declara no haber realizado la actividad propuesta.

Por su parte, la fase dos al ser realizada con H5P fue posible rastrear el número de estudiantes y el nivel de avance en el prelaboratorio. En el gráfico 1 se muestra el nivel de realización del prelaboratorio 5 en términos porcentuales.

Porcentaje de estudiantes que realizan el pre laboratorio



En este gráfico se aprecian tres grupos, uno mayoritario (75%) que representa a los estudiantes que realizaron el prelaboratorio completo, un segundo grupo mucho más reducido (15,6%) que considera a los estudiantes que iniciaron el prelaboratorio pero no llegaron hasta el final de este y un tercer grupo (9,4%) que no inició el prelaboratorio.

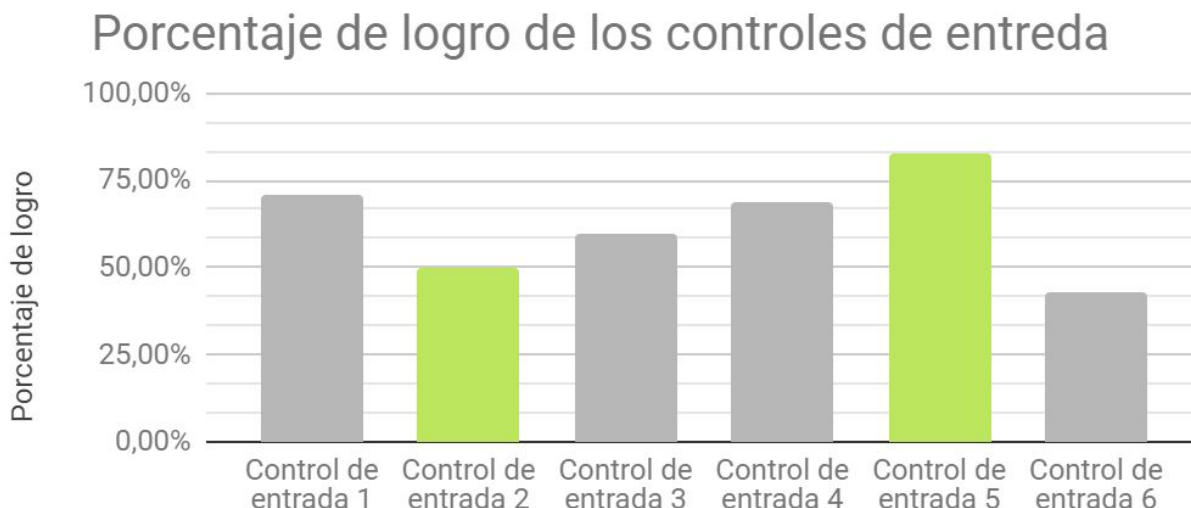
Es importante destacar que los estudiantes que realizaron el prelaboratorio de manera parcial solo presentan pendiente la última actividad, además en charlas informales declaran no realizar esta última actividad debido a que no se dieron cuenta que quedaba una actividad pendiente. Será necesario considerar en futuras intervenciones algún indicativo del porcentaje de avance o de la finalización total de la actividad.

Por otra parte, el nivel de participación si se suman ambos grupos que realizaron el prelaboratorio alcanza a un 90,6% lo que permite hablar de una alta participación y por tanto una buena correlación entre la propuesta y los resultados obtenidos por los estudiantes.

## Controles de entrada

Los controles de entrada son la forma habitual de evaluación dentro de las sesiones de laboratorio, estos corresponden a la evaluación de un eje temático y durante el transcurso del

curso fueron realizados seis. El gráfico 2 muestra los resultados en términos del porcentaje de logro de los seis controles y en verde aparecen los dos controles referentes a las intervenciones de la fase uno y dos, control 3 y 5 respectivamente.



La sistematización de la información establece que el promedio del porcentaje de logro para los controles realizados es de 63%.

A partir de estos resultados es imposible establecer una correlación entre los resultados de la fase uno con el control de entrada 2, esto debido a la nula información de la participación de los estudiantes en esta fase. Con respecto al porcentaje de logro, este fue de un 50%, lo que se entiende como un 13% más bajo que el promedio.

En el caso de la fase dos, en la que existe información tanto de alta participación como de los resultados de los controles, es posible establecer una correlación entre la propuesta y los resultados en el control de entrada 5. Con respecto a los porcentajes de logro, estos fueron de 83%, lo que se entiende como un 20% más alto que el promedio.

## Alcances y limitaciones

Los prelaboratorios se constituyen como una actividad necesaria para mejorar la preparación de los estudiantes en los laboratorios. Dado que se fundamentan en una descongestión de la carga cognitiva de las sesiones experimentales, en su diseño e implementación se deben cuidar su extensión y carga de trabajo para el estudiante. En esta tesina se diseñaron 2 prelaboratorios y se implementaron en el laboratorio de química orgánica por medio de la plataforma Moodle.

Los resultados indican que en medida que los estudiantes preparan sus prácticos de laboratorio con la metodología de prelaboratorio, estos demuestran poseer un mejor manejo teórico y experimental al momento de realizar las tareas prácticas que cuando no existe la metodología de prelaboratorio.

En su diseño, es necesario destacar la necesidad de utilizar herramientas que permitan realizar el seguimiento efectivo del avance de los estudiantes para evitar situaciones de falta de información como en la fase uno.

En cuanto al diseño de la investigación, no se consideró un diseño experimental con grupo de control para realizar una comparativa más exhaustiva de los resultados obtenidos, pero se realizó la comparativa entre un mismo tipo de instrumento de evaluación entre sesiones intervenidas por prelaboratorio y sesiones no intervenidas.

Debido al carácter exploratorio de la propuesta, esta se realizó en dos sesiones particulares del laboratorio de química orgánica I, pero la propuesta es fácilmente extrapolable a las demás sesiones de química orgánica e incluso a laboratorios de otras asignaturas, no solo de la especialidad de química. Cabe destacar que los prelaboratorios si bien están contextualizados en la asignatura de química orgánica, la propuesta general corresponde a la preparación de sesiones de laboratorio independientes de la disciplina.

Por último, este trabajo se presentó en modalidad ponencia en el “1er Congreso Internacional de Educación Química-en línea: la enseñanza de la Química y los retos de los Objetivos del Desarrollo Sostenible”<sup>8</sup> de la Sociedad Química de México (SQM) bajo el título de “Desarrollo de aprendizaje en Laboratorio de Orgánica mediante pre-laboratorios online” el cual se celebró durante noviembre del 2020.

## Conclusión

A partir de la propuesta fue posible generar un modelo de prelaboratorio funcional que se rige por la literatura científica actual, destacando la utilización de actividades con carácter interactivo, basado en los aspectos técnicos, conceptuales y afectivos de un prelaboratorio y organizado bajo las normas del desarrollo instruccional y la teoría de carga cognitiva.

El prelaboratorio fue implementado en el curso de química orgánica I en dos fases; la primera fase en el laboratorio 2 y la segunda fase en el laboratorio 5. La participación total es de 32 estudiantes.

La falta de información recopilada en la fase uno, debido al problema de registro de usuarios en la plataforma externa Playposit, imposibilita levantar conclusiones relevantes en este punto. A su vez, las mejoras implementadas en la fase dos, en base a la utilización de H5P en reemplazo de Playposit, permiten realizar un seguimiento completo del trabajo del estudiante. Comparativamente, se presenta como una mejor alternativa el uso de las herramientas Moodle junto con H5P en contraste a Playposit debido a su facilidad de registro de información y la simplicidad que se presenta al trabajar en una única plataforma.

La participación de los estudiantes en las actividades de prelaboratorios es significativamente mayor cuando esta es relevante en la evaluación sumativa de la actividad de laboratorio. El nivel de participación de los estudiantes en la fase dos se presenta comparativamente mayor que en la

---

<sup>8</sup> <https://www.sqm.org.mx/PDF/2020/CIEQ-SQM-completo.pdf>

fase uno, esto debido a que se estableció un porcentaje en nota por la realización del prelaboratorio de la fase dos .

El nivel de participación en el prelaboratorio de la fase dos permite establecer una correlación entre la propuesta y los resultados en los controles de entrada. A partir de esta correlación se establece que la realización de un prelaboratorio afecta de manera positiva los resultados en los controles de entrada, siendo un impacto medible en un 20% de logro por sobre el promedio de los controles.

## Bibliografía

- Agustian, H. Y., & Seery, M. K. (2017). Reasserting the role of pre-laboratory activities in chemistry education: A proposed framework for their design. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(4), 518-532. <https://doi.org/10.1039/C7RP00140A>
- Ali, N., & Ullah, S. (2020). Review to Analyze and Compare Virtual Chemistry Laboratories for Their Use in Education. *Journal of Chemical Education*, 97(10), 3563-3574. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00185>
- Bell, S. (2010). Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 83(2), 39-43. <https://doi.org/10.1080/00098650903505415>
- Bretz, S. L. (2019). Evidence for the Importance of Laboratory Courses. *Journal of Chemical Education*, 96(2), 193-195. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00874>
- Burewicz, A., & Miranowicz, N. (2006). Effectiveness of multimedia laboratory instruction. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 7(1), 1-12. <https://doi.org/10.1039/B4RP90006E>
- Butcher, K. R. (2014). The Multimedia Principle. En R. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (2.<sup>a</sup> ed., pp. 174-205). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.010>
- Carnduff, J., & Reid, N. (2003). *Enhancing Undergraduate Chemistry Laboratories*. The Royal Society of Chemistry.
- D'Ambruso, G. D., Cremeens, M. E., & Hendricks, B. R. (2018). Web-Based Animated Tutorials Using Screen Capturing Software for Molecular Modeling and Spectroscopic Acquisition and Processing. *Journal of Chemical Education*, 95(4), 666-671. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00511>
- Fung, F. M. (2015). Using First-Person Perspective Filming Techniques for a Chemistry Laboratory Demonstration To Facilitate a Flipped Pre-Lab. *JOURNAL OF CHEMICAL EDUCATION*, 92(9), 1518-1521. <https://doi.org/10.1021/ed5009624>
- Ghaem Sigarchian, H., Logghe, S., Verborgh, R., De Neve, W., Salliau, F., Mannens, E., Van de Walle, R., & Schuurman, D. (2018). Hybrid e-TextBooks as comprehensive interactive

- learning environments. *INTERACTIVE LEARNING ENVIRONMENTS*, 26(4), 486-505.
- Haagsman, M. E., Koster, M. C., Boonstra, J., & Scager, K. (2020). Be Prepared! How Pre-lab Modules Affect Students' Understanding of Gene Mapping. *Journal of Science Education and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09890-0>
- Haladyna, T. M., Downing, S. M., & Rodriguez, M. C. (2002). A Review of Multiple-Choice Item-Writing Guidelines for Classroom Assessment. *Applied Measurement in Education*, 15(3), 309-333. [https://doi.org/10.1207/S15324818AME1503\\_5](https://doi.org/10.1207/S15324818AME1503_5)
- Hodson, D. (2005). Teaching and learning chemistry in the laboratory: A critical look at the research. *Educación Química*, 16(1), 30-38.
- Hofstein, A., Kipnis, M., & Abrahams, I. (2013). How to learn in and from the Chemistry Laboratory. En I. Eilks & A. Hofstein (Eds.), *Teaching Chemistry – A Studybook: A Practical Guide and Textbook for Student Teachers, Teacher Trainees and Teachers* (pp. 153-182). SensePublishers. [https://doi.org/10.1007/978-94-6209-140-5\\_6](https://doi.org/10.1007/978-94-6209-140-5_6)
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28-54. <https://doi.org/10.1002/sce.10106>
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75-83. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x>
- Jolley, D. F., Wilson, S. R., Kelso, C., O'Brien, G., & Mason, C. E. (2016). Analytical thinking, analytical action: Using prelab video demonstrations and e-Quizzes to Improve undergraduate preparedness for analytical chemistry practical classes. *Journal of Chemical Education*, 93(11), 1855-1862. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00266>
- Limniou, M., Papadopoulos, N., & Whitehead, C. (2009). Integration of simulation into pre-laboratory chemical course: Computer cluster versus WebCT. *Computers & Education*, 52(1), 45-52. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.06.006>
- Limniou, M., & Whitehead, C. (2010). Online general pre-laboratory training course for facilitating first year chemical laboratory use. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 5(1), 39-55.
- Lin, S.-Y., Aiken, J. M., Seaton, D. T., Douglas, S. S., Greco, E. F., Thoms, B. D., & Schatz, M. F. (2017). Exploring physics students' engagement with online instructional videos in an introductory mechanics course. *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.*, 13(2), 020138. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.020138>
- Lunetta, V. N., Hofstein, A., & Clough, M. P. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory, and practice. En S. K. Abell & Lederman, Norman G. (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (Lawrence Erlbaum, pp. 393-411). Mahwah.

- Mayer, R. E. (2017). Using multimedia for e-learning: Multimedia for e-learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 33(5), 403-423. <https://doi.org/10.1111/jcal.12197>
- Moozeh, K., Farmer, J., Tihanyi, D., Nadar, T., & Evans, G. J. (2019). A Prelaboratory framework toward integrating theory and utility value with laboratories: Student perceptions on learning and motivation. *Journal of Chemical Education*, acs.jchemed.9b00107. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00107>
- Nadelson, L. S., Scaggs, J., Sheffield, C., & McDougal, O. M. (2015). Integration of Video-Based Demonstrations to Prepare Students for the Organic Chemistry Laboratory. *JOURNAL OF SCIENCE EDUCATION AND TECHNOLOGY*, 24(4), 476-483. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9535-3>
- Reid, N., & Shah, I. (2007). The role of laboratory work in university chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 172-185.
- Sansom, R., & Walker, J. P. (2020). Investing in Laboratory Courses. *Journal of Chemical Education*, 97(1), 308-309. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00714>
- Schmidt-McCormack, J. A., Muniz, M. N., Keuter, E. C., Shaw, S. K., & Cole, R. S. (2017). Design and implementation of instructional videos for upper-division undergraduate laboratory courses. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(4), 749-762. <https://doi.org/10.1039/C7RP00078B>
- Seery, M. K., Jones, A. B., Kew, W., & Mein, T. (2019). Unfinished Recipes: Structuring Upper-Division Laboratory Work To Scaffold Experimental Design Skills. *Journal of Chemical Education*, 96(1), 53-59. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00511>
- Slemmons, K., Anyanwu, K., Hames, J., Grabski, D., Mlsna, J., Simkins, E., & Cook, P. (2018). The Impact of Video Length on Learning in a Middle-Level Flipped Science Setting: Implications for Diversity Inclusion. *Journal of Science Education and Technology*, 27(5), 469-479. <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9736-2>
- Spagnoli, D., Rummey, C., Man, N., Wills, S., & Clemons, T. (2019). Designing online pre-laboratory activities for chemistry undergraduate laboratories. En M. K. Seery & C. McDonnell (Eds.), *Teaching Chemistry in Higher Education: A Festschrift in Honour of Professor Tina Overton* (pp. 315-322). Creathach Press. <https://research-repository.uwa.edu.au/en/publications/designing-online-pre-laboratory-activities-for-chemistry-undergra>

# Anexo 1, preguntas video fase 1

Capturas de pantalla de todas las preguntas relacionadas al video interactivo realizado a partir de Powtoon y Playposit.

Pregunta 2  
(marque todo lo que corresponda)

Sólido

Líquido

Gas

ENVIAR

00:00  
04:15

Pregunta 1  
(marque todo lo que corresponda)

Sólido

Líquido

Gas

ENVIAR

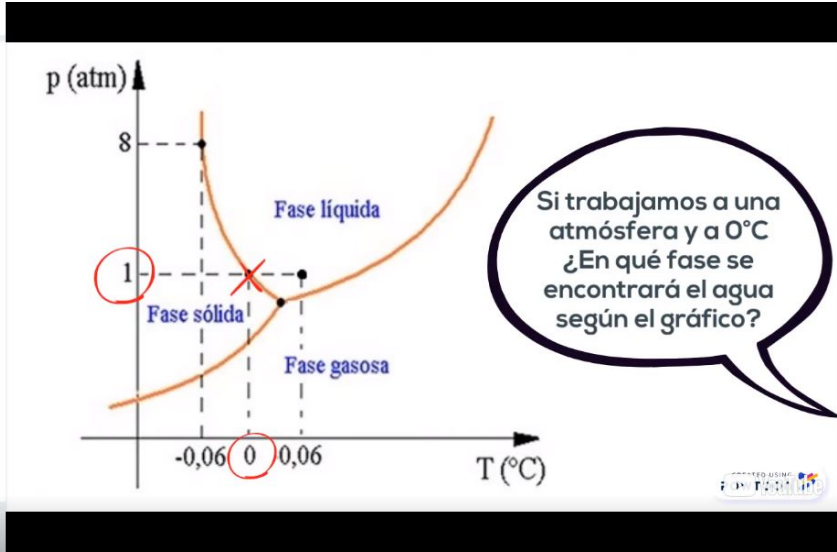
00:00  
04:15

Pregunta 3  
(marque todo lo que corresponda)

- Sólido
- Líquido
- Gas

ENVIAR

00:00  
04:15

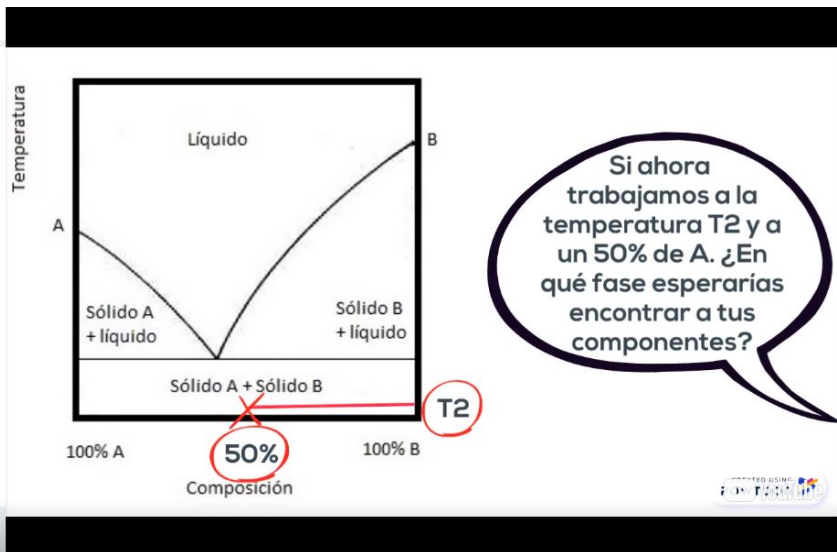


Pregunta 5  
(marque todo lo que corresponda)

- Componente A, líquido
- Componente B, sólido
- Componente A, sólido
- Componente B, líquido

ENVIAR

00:00  
04:15

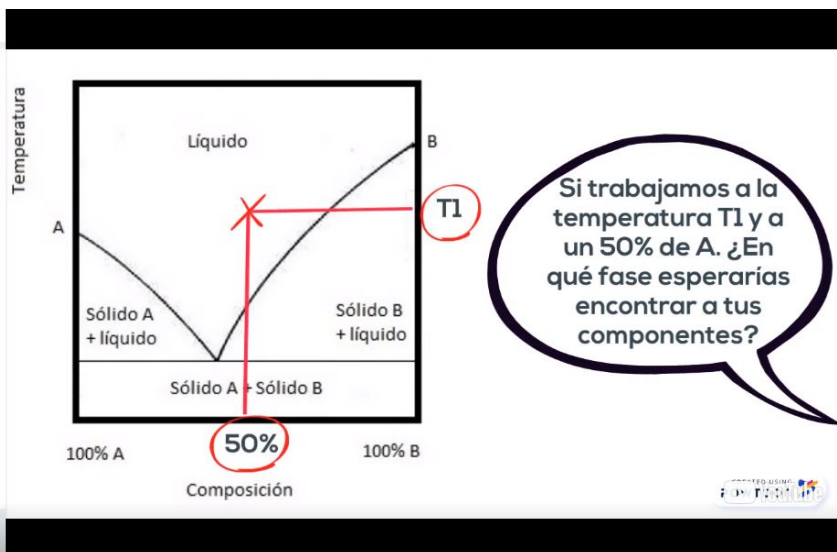


llenar en blanco  
(marque todo lo que corresponda)

- Componente B, líquido
- Componente B, sólido
- Componente A, sólido
- Componente A, líquido

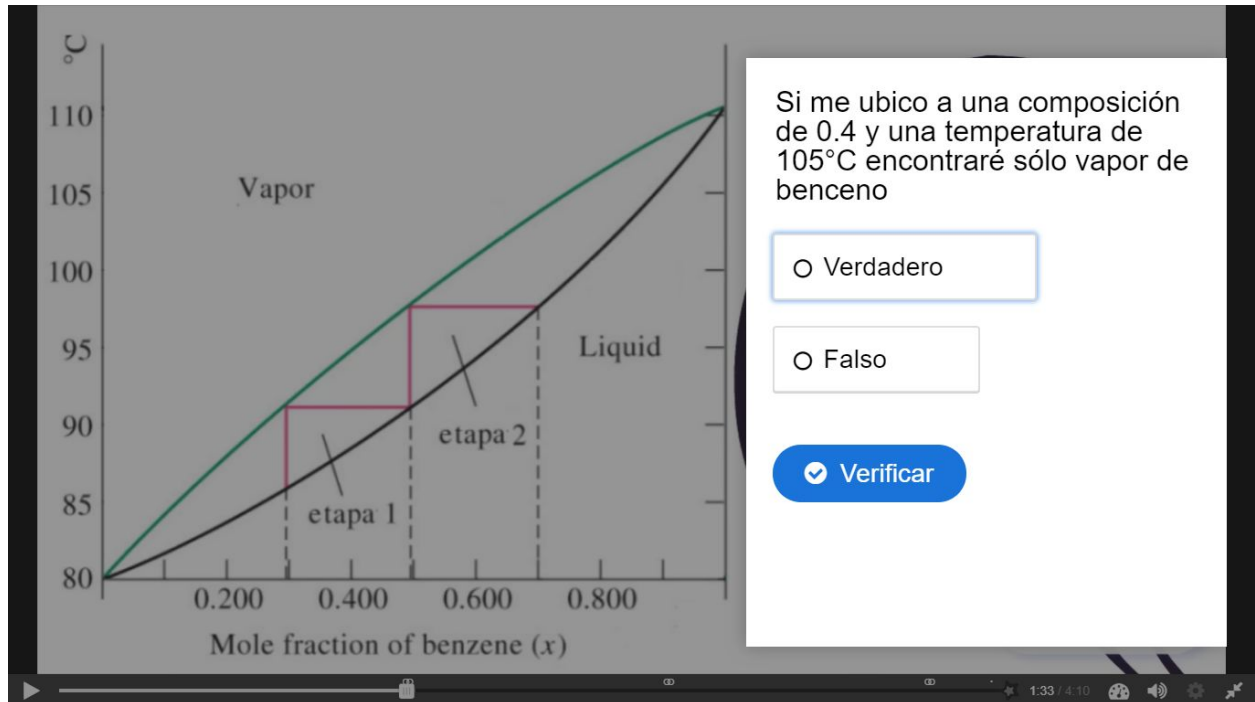
ENVIAR

00:00  
04:15



## Anexo 2, preguntas video fase 2

Capturas de pantalla de todas las preguntas relacionadas al video interactivo realizado a partir de Powtoon y H5P.



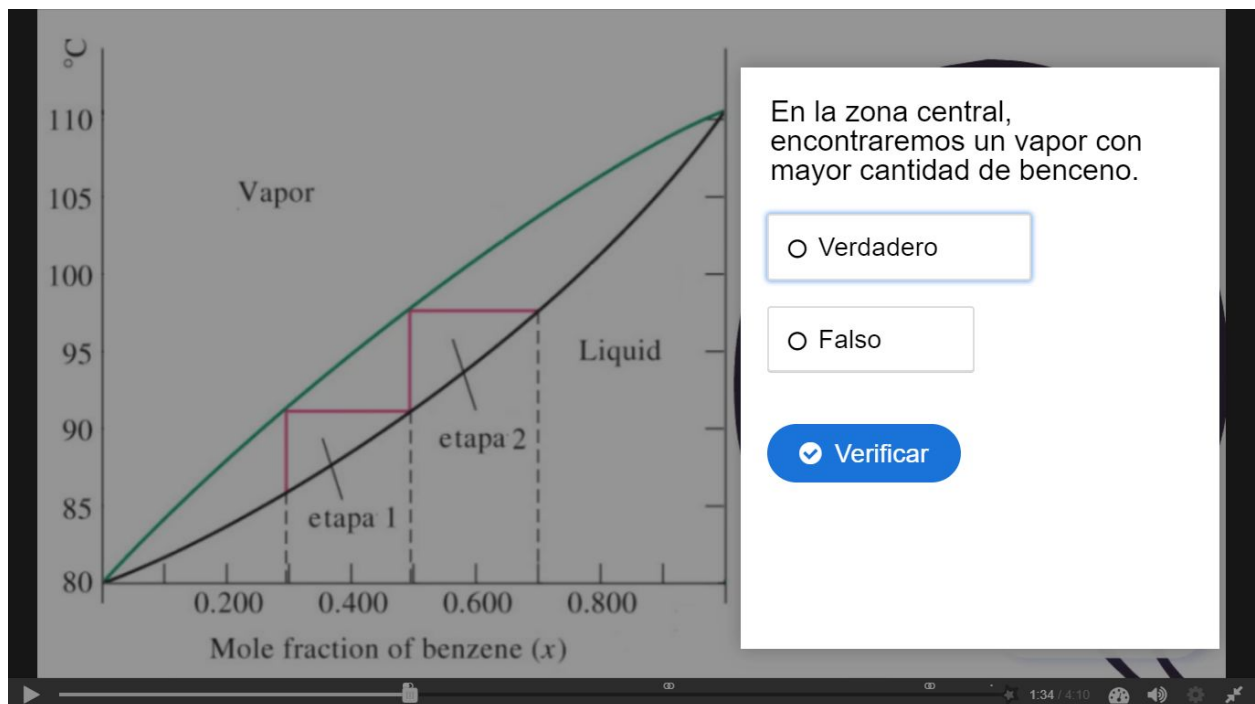
The screenshot shows a video player with a phase diagram for benzene. The y-axis is temperature in °C (80 to 110) and the x-axis is mole fraction of benzene (x) (0 to 1.0). The diagram is divided into Vapor and Liquid regions. Two stages, 'etapa 1' and 'etapa 2', are marked with red boxes and dashed lines. A question box on the right asks: 'Si me ubico a una composición de 0.4 y una temperatura de 105°C encontraré sólo vapor de benceno'. Below the question are two radio buttons: 'Verdadero' and 'Falso'. A blue 'Verificar' button is at the bottom.

Si me ubico a una composición de 0.4 y una temperatura de 105°C encontraré sólo vapor de benceno

Verdadero

Falso

Verificar



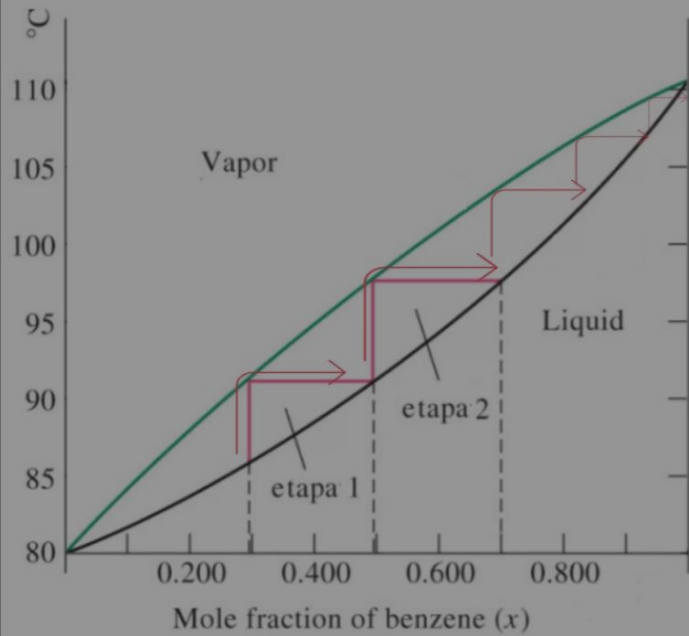
This screenshot shows the same phase diagram as above. The question box on the right asks: 'En la zona central, encontraremos un vapor con mayor cantidad de benceno.'. Below the question are two radio buttons: 'Verdadero' and 'Falso'. A blue 'Verificar' button is at the bottom.

En la zona central, encontraremos un vapor con mayor cantidad de benceno.

Verdadero

Falso

Verificar

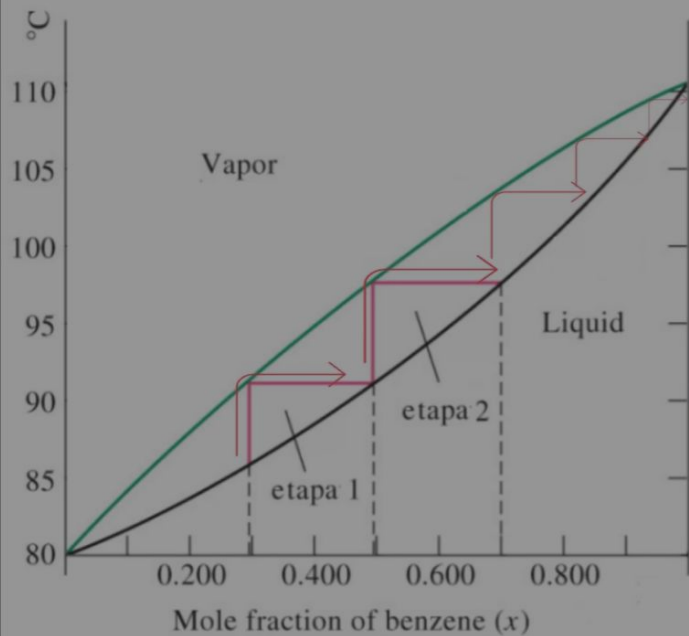


En un sistema de destilación simple se realiza en múltiples etapas.

Verdadero

Falso

Verificar

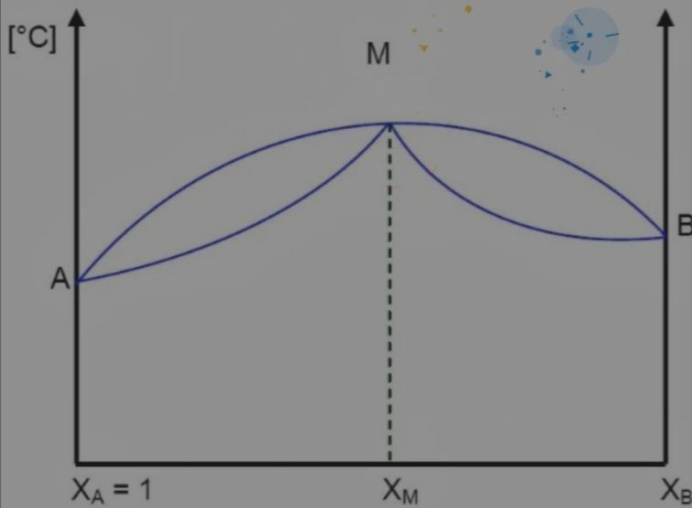


El tubo de condensación permite recolectar el gas de la destilación, por lo tanto se pueden realizar varios pasos en su interior

Verdadero

Falso

Verificar

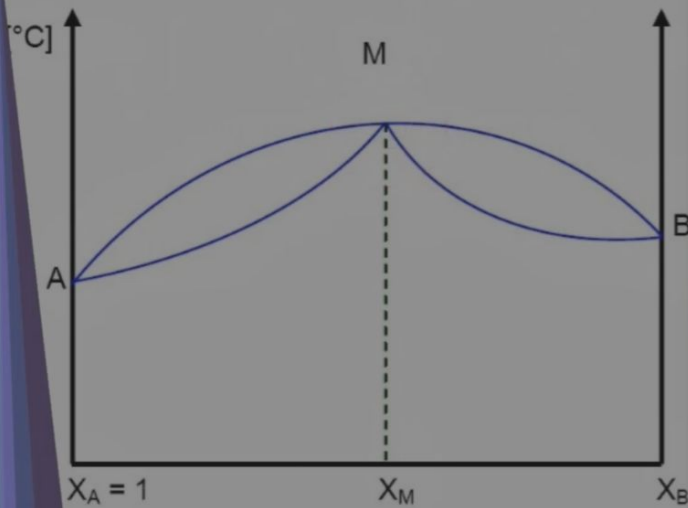


Con suficientes destilaciones consecutivas es posible superar el punto azeotrópico.

Verdadero

Falso

Verificar



Es posible separar prácticamente en su totalidad una mezcla real (las que poseen punto azeotrópico)

Verdadero

Falso

Verificar

## Anexo 3, resultados de las evaluaciones

### Resultados para cada paso del prelaboratorio

	Paso 1		Paso 2	Paso 3	Promedio
	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	prelaboratorio
Estudiante 1	7,0	7,0	7,0	7,0	<b>7,0</b>
Estudiante 2	7,0	7,0	7,0	1,0	<b>5,5</b>
Estudiante 3	7,0	7,0	7,0	7,0	<b>7,0</b>
Estudiante 4	7,0	7,0	7,0	7,0	<b>7,0</b>
Estudiante 5	7,0	7,0	7,0	7,0	<b>7,0</b>
Estudiante 6	1,0	1,0	1,0	1,0	<b>1,0</b>
Estudiante 7	7,0	7,0	7,0	7,0	<b>7,0</b>
Estudiante 8	7,0	7,0	7,0	7,0	<b>7,0</b>
Estudiante 9	7,0	7,0	7,0	7,0	<b>7,0</b>
Estudiante 10	7,0	7,0	7,0	1,0	<b>5,5</b>
Estudiante 11	7,0	7,0	7,0	4,2	<b>6,3</b>
Estudiante 12	7,0	7,0	7,0	7,0	<b>7,0</b>
Estudiante 13	7,0	7,0	7,0	6,3	<b>6,8</b>
Estudiante 14	7,0	7,0	7,0	6,6	<b>6,9</b>
Estudiante 15	7,0	7,0	7,0	4,2	<b>6,3</b>
Estudiante 16	7,0	7,0	7,0	4,2	<b>6,3</b>
Estudiante 17	7,0	7,0	1,0	1,0	<b>4,0</b>
Estudiante 18	7,0	7,0	7,0	4,2	<b>6,3</b>
Estudiante 19	1,0	1,0	1,0	1,0	<b>1,0</b>
Estudiante 20	7,0	7,0	7,0	7,0	<b>7,0</b>
Estudiante 21	7,0	7,0	7,0	7,0	<b>7,0</b>
Estudiante 22	7,0	7,0	7,0	4,2	<b>6,3</b>
Estudiante 23	7,0	7,0	1,0	1,0	<b>4,0</b>
Estudiante 24	7,0	7,0	7,0	4,2	<b>6,3</b>
Estudiante 25	7,0	7,0	7,0	7,0	<b>7,0</b>
Estudiante 26	7,0	7,0	7,0	7,0	<b>7,0</b>
Estudiante 27	7,0	7,0	7,0	4,2	<b>6,3</b>
Estudiante 28	7,0	7,0	7,0	7,0	<b>7,0</b>
Estudiante 29	7,0	7,0	7,0	4,2	<b>6,3</b>
Estudiante 30	7,0	7,0	7,0	7,0	<b>7,0</b>
Estudiante 31	7,0	7,0	1,0	1,0	<b>4,0</b>
Estudiante 32	1,0	1,0	1,0	1,0	<b>1,0</b>

## Resultados del prelaboratorio y los controles de entrada para el laboratorios 5

	Promedio prelaboratorio	Control de entrada	Nota final
Estudiante 1	7,0	5,5	<b>6,1</b>
Estudiante 2	5,5	6,3	<b>6,0</b>
Estudiante 3	7,0	6,3	<b>6,6</b>
Estudiante 4	7,0	6,3	<b>6,6</b>
Estudiante 5	7,0	4,0	<b>5,2</b>
Estudiante 6	1,0	1,0	<b>1,0</b>
Estudiante 7	7,0	7,0	<b>7,0</b>
Estudiante 8	7,0	4,8	<b>5,7</b>
Estudiante 9	7,0	5,5	<b>6,1</b>
Estudiante 10	5,5	5,5	<b>5,5</b>
Estudiante 11	6,3	4,8	<b>5,4</b>
Estudiante 12	7,0	7,0	<b>7,0</b>
Estudiante 13	6,8	4,0	<b>5,1</b>
Estudiante 14	6,9	6,3	<b>6,5</b>
Estudiante 15	6,3	6,3	<b>6,3</b>
Estudiante 16	6,3	3,5	<b>4,6</b>
Estudiante 17	4,0	5,8	<b>5,1</b>
Estudiante 18	6,3	6,2	<b>6,2</b>
Estudiante 19	1,0	5,3	<b>3,6</b>
Estudiante 20	7,0	6,2	<b>6,5</b>
Estudiante 21	7,0	5,3	<b>6,0</b>
Estudiante 22	6,3	2,7	<b>4,1</b>
Estudiante 23	4,0	4,4	<b>4,2</b>
Estudiante 24	6,3	7,0	<b>6,7</b>
Estudiante 25	7,0	6,1	<b>6,5</b>
Estudiante 26	7,0	7,0	<b>7,0</b>
Estudiante 27	6,3	6,6	<b>6,5</b>
Estudiante 28	7,0	6,9	<b>6,9</b>
Estudiante 29	6,3	4,1	<b>5,0</b>
Estudiante 30	7,0	7,0	<b>7,0</b>
Estudiante 31	1,0	4,3	<b>3,0</b>
Estudiante 32	1,0	4,7	<b>3,2</b>

## Anexo 4, modelos de controles de entrada

### Modelo para control de entrada en fase 1, versión A

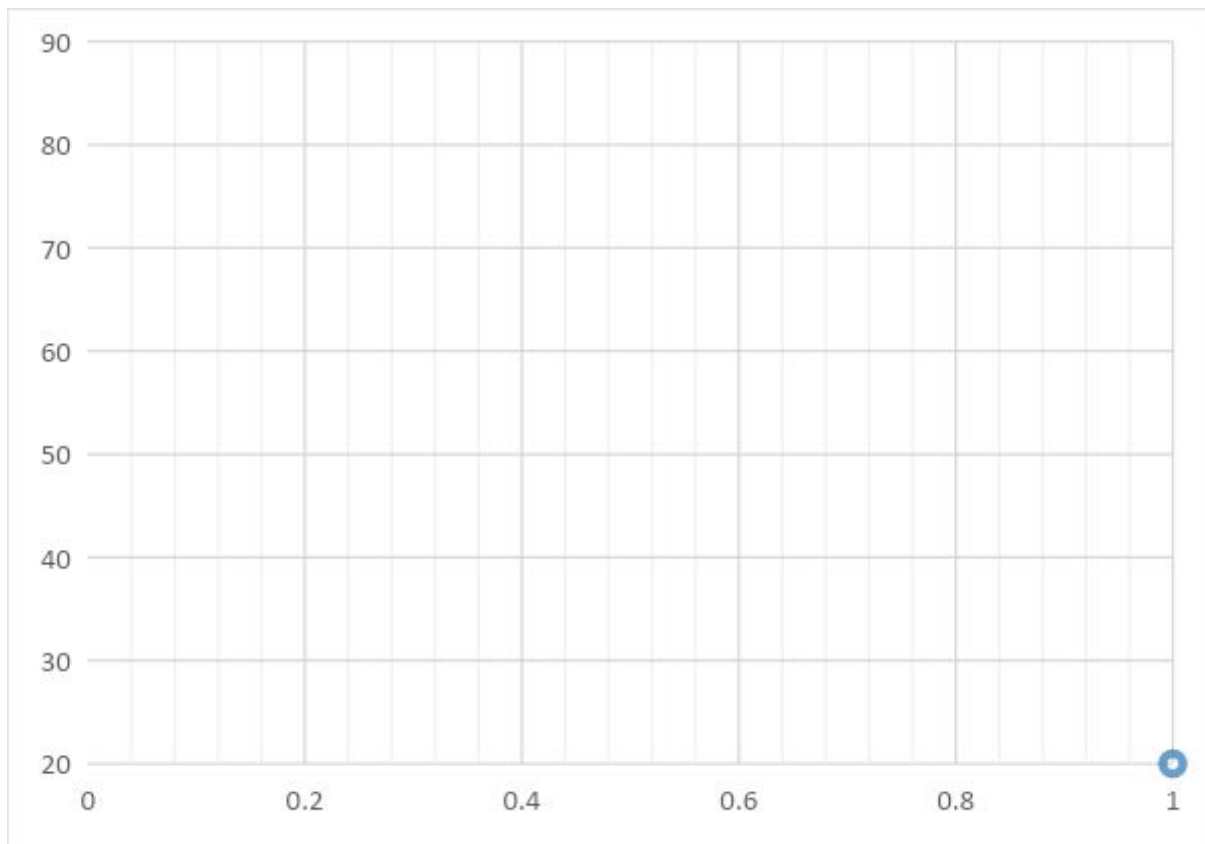
A partir de los siguientes datos:

1. Grafique (1 punto)
2. Estime el punto eutéctico (2 puntos)
3. Identifique las distintas zonas que presenta el gráfico (puntos)

Establezca la fase en la que espera encontrar a sus componentes en cada zona (2 puntos)

$X_A$	$X_B$	$T_f$ (°C)
1.00	0.00	78.99
0.90	0.10	73.86
0.80	0.20	67.43
0.70	0.30	61.07
0.60	0.40	54.64
0.50	0.50	46.43
0.40	0.60	31.87
0.30	0.70	35.65
0.20	0.80	43.16
0.10	0.90	47.72
0.00	1.00	51.93

(1)



## Modelo para control de entrada en fase 1, versión B

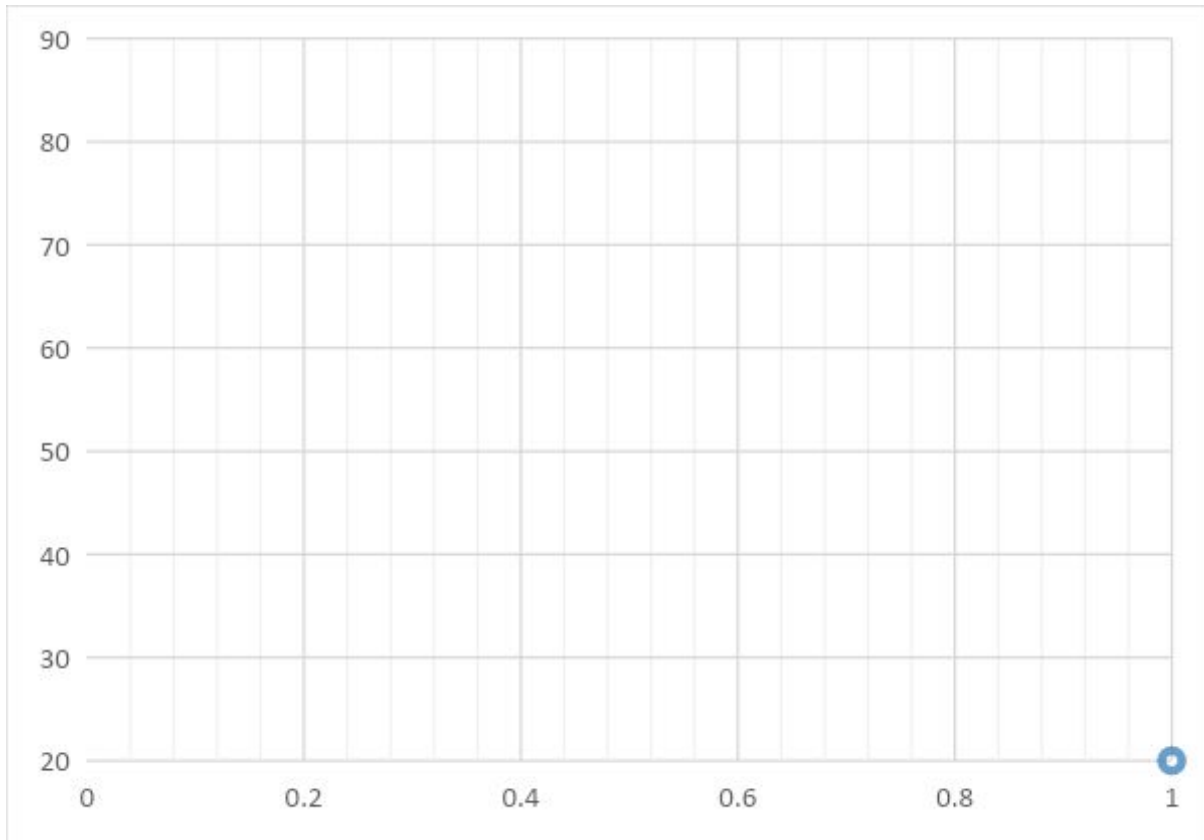
A partir de los siguientes datos:

4. Grafique (1 punto)
5. Estime el punto eutéctico (2 puntos)
6. Identifique las distintas zonas que presenta el gráfico (puntos)

Establezca la fase en la que espera encontrar a sus componentes en cada zona (2 puntos)

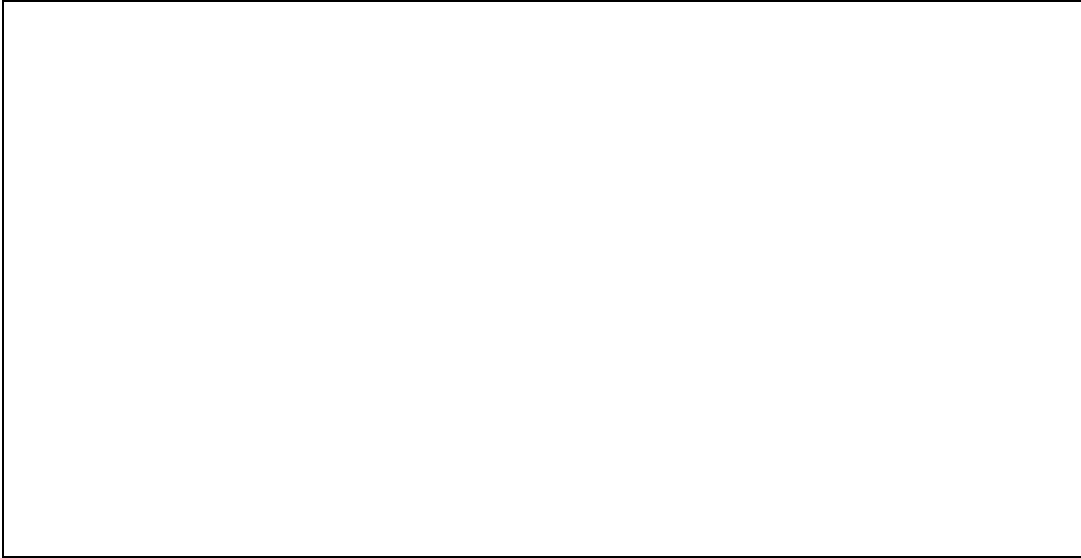
$X_A$	$X_B$	$T_f$ (°C)
1.00	0.00	41.93
0.90	0.10	37.72
0.80	0.20	33.16
0.70	0.30	25.65
0.60	0.40	21.87
0.50	0.50	36.43
0.40	0.60	44.64
0.30	0.70	51.07
0.20	0.80	57.43
0.10	0.90	63.86
0.00	1.00	68.99

(1)

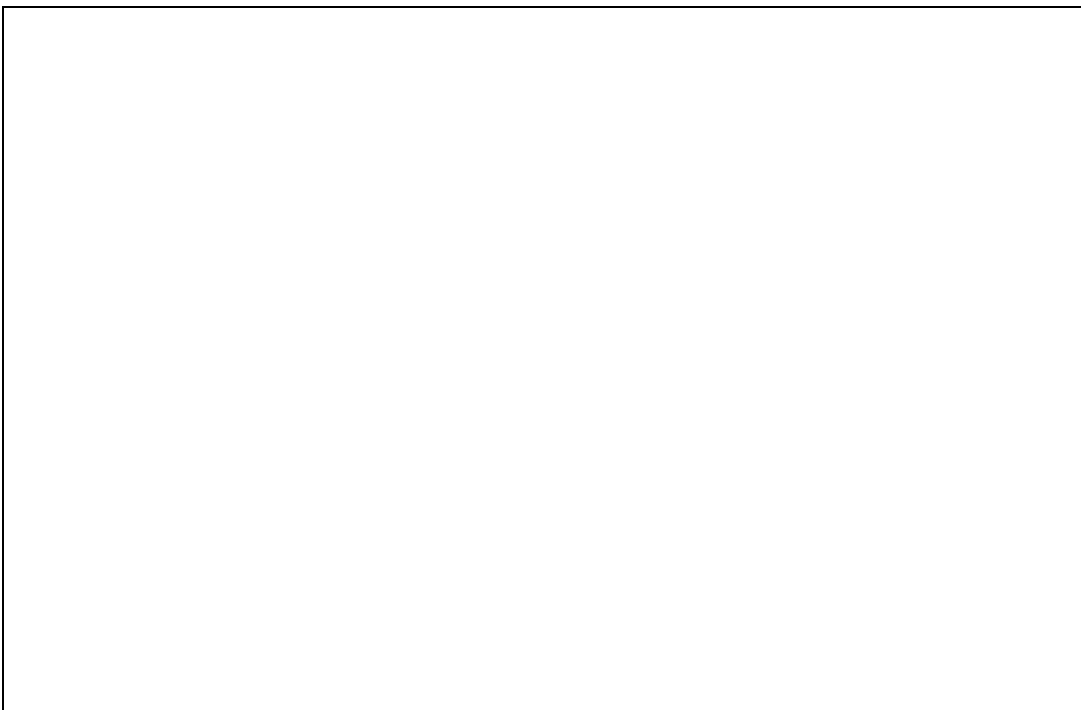


## Modelo para control de entrada en fase 2, versión A

- 1- Dibuje un sistema de destilación simple e indique sus componentes. Indique la diferencia más destacable que presenta el aparataje de la destilación simple con la fraccionada.  
**(1 punto dibujo, 1 puntos componentes, 1 punto diferencia )**

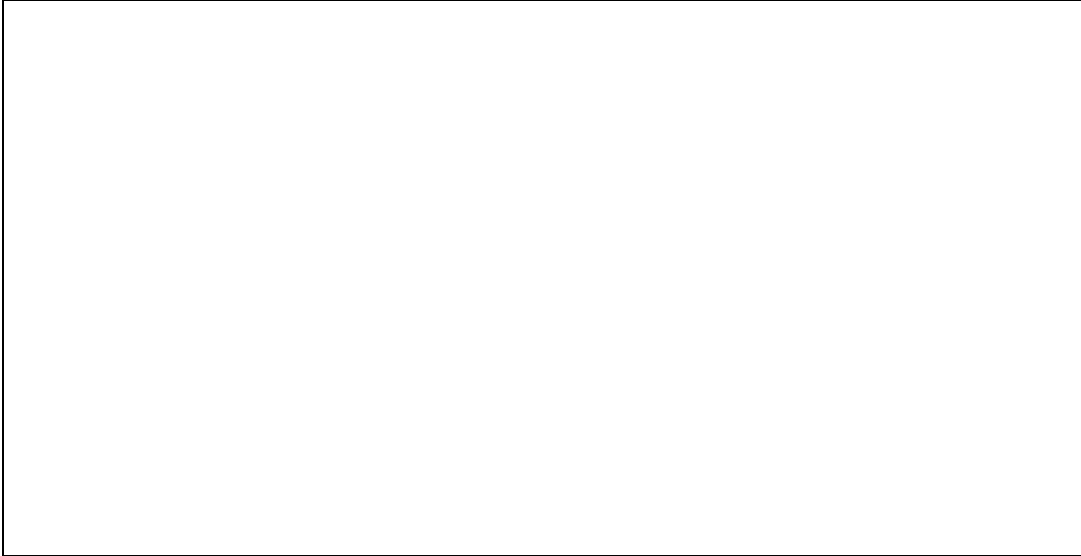


- 2- Explique el gráfico de destilación para una solución real (con punto azeotrópico).  
**(1 punto el gráfico, 2 puntos explicar las zonas del gráfico, 2 puntos explicar la destilación simple y fraccionada a partir del gráfico, 1 puntos explicar el nivel de pureza que se puede alcanzar)**



## Modelo para control de entrada en fase 2, versión B

- 1- Dibuje un sistema de destilación simple o fraccionada e indique sus componentes  
**(1 punto dibujo, 2 puntos componentes)**



- 2- Explique el gráfico de destilación para una solución real (con punto eutéctico) o una solución bajo la ley de Raoult (sin punto eutéctico).  
**(1 punto el gráfico, 2 puntos explicar las zonas del gráfico, 2 puntos explicar la destilación simple y fraccionada a partir del gráfico, 2 puntos explicar el nivel de pureza que se puede alcanzar)**

