



UNIVERSIDAD VERACRUZANA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
REGIÓN ORIZABA – CÓRDOBA  
PROGRAMA EDUCATIVO: INGENIERÍA EN  
BIOTECNOLOGÍA

---

***Determinación del punto de ebullición de una mezcla de  
dos sustancias líquidas***

Tania García Herrera /  
Alejandra Velasco Pérez / .....  
José Vicente Martínez /  
Rosa Isela Castro Salas /  
Rafael Uzarraga Salazar / .....

Elaboración:  
Agosto, 2019

Conclusión:  
Enero, 2020

Lugar:  
Facultad de Ciencias Químicas  
Región Córdoba Orizaba



## INDICE

1. Datos de las Experiencias Educativas .....	3
2. Resumen .....	3
3. Desarrollo .....	5
3.1 Justificación.....	5
3.2 Definición de las intenciones.....	5
3.3 Descripción de la innovación educativa .....	5
3.4 Medios y recursos para la implementación .....	6
4. Resultados y conclusiones .....	6
4.1 Conclusiones.....	7
4.2 Aportaciones por participantes .....	7
5. Propuesta de Mejora.....	7
6. Fuentes de información .....	8
7. Anexos.....	8
7.1 Coevaluación .....	8
7.2 Lineamientos que recibió el estudiante .....	9
7.3 Pantalla de los programas y vídeos entregados por los estudiantes.....	11

## 1. Datos de las Experiencias Educativas

<b>Nombre</b>	<b>Termodinámica</b>
<b>Academia</b>	Ciencias de la Ingeniería
<b>Área de Formación del Modelo Educativo</b>	AFID
<b>LGAC</b>	Desarrollo y Tecnología de Procesos
<b>Unidad de Competencia</b>	El estudiante identifica, observa, analiza, compara e interpreta los cambios de energía interna y entalpía en sistemas cerrados, así como la entropía en procesos reversibles. Mediante la formulación de balances en sistemas sencillos y el uso de gráficas termodinámicas resolverá problemas que se le presenten en esta disciplina.
<b>Carácter</b>	Obligatorio
<b>Nombre</b>	<b>Algoritmos computacionales y programación</b>
<b>Academia</b>	Ciencias Básicas y Matemáticas
<b>Área de Formación del Modelo Educativo</b>	AFID
<b>LGAC</b>	Desarrollo y Tecnología de Procesos
<b>Unidad de Competencia</b>	El estudiante utiliza la lógica como herramienta, para obtener, procesar y manejar información relacionada con las diversas áreas del conocimiento, con autonomía, responsabilidad y respeto, en sus actividades cotidianas y académicas, que le permitan estar inmerso en los dinamismos de la sociedad actual.
<b>Carácter</b>	Obligatorio

## 2. Resumen

El Proyecto Educativo Innovador (PEI) fue elaborado por Estudiantes del Programa Educativo de Ingeniería en Biotecnología como Proyecto Final asignado para

evaluar el 20% de la EE de “Algoritmos Computacionales y Programación” de la academia de Ciencias Básicas y Matemáticas y el 20% de la EE de “Termodinámica” de la academia de ciencias de la ingeniería. Ambas son experiencias del AFID. La LGAC es el Desarrollo y Tecnología de Procesos. La intervención se llevó a cabo en el grupo de 3er semestre de la carrera de Ingeniería en Biotecnología, el grupo era de 36 estudiantes y se dividió en 8 equipos de 4 a 6 estudiantes.

El trabajo que abarca los conocimientos de dos EE, tiene como principal objetivo el realizar un programación Visual Estudio 2015 para predecir el punto de ebullición y la presión de vapor de una mezcla de sustancias líquidos en base del modelo de matemático descrito en la ecuación de Antoine y comparar los resultados obtenidos en dicho programa con lo obtenido experimentalmente en laboratorio. Cada equipo tenía una mezcla de dos diferentes sustancias con diferente composición, debía hacer una corrida de escritorio, para predecir las propiedades de evaporación de dicha mezcla, probar sus resultados haciendo la separación en laboratorio y llevar esa experiencia al programa de cómputo. La separación de la mezcla la hicieron usando el rotavapor, el cual aprendieron a operar por su cuenta por equipo después de una sesión demostrativa. De esta manera los estudiantes integran los conocimientos termodinámicos, llevándolos a un algoritmo previamente habiendo realizado la comprobación práctica en laboratorio, con un equipo común en laboratorios de análisis y que más adelante seguramente utilizarán.

En laboratorio los estudiantes usaran solo una mezcla de dos sustancias, en su programa de cómputo los estudiantes debían incluir las propiedades de 15 solventes comunes y el programa debía hacer el cálculo de la temperatura de ebullición y la presión de vapor en sus diferentes composiciones y combinaciones. En la evaluación final cada equipo recibió 3 combinaciones al azar y lo resolvieron frente al profesor de termodinámica, y en la clase de algoritmos computacionales y programación se borraba una parte del código y ellos debían reescribirlo. Seis de los 8 equipos hicieron un buen trabajo, lograron los objetivos del programa y tuvieron una evaluación satisfactoria, dos equipos más fueron evaluados en una segunda

etapa pues debía hacer diversas correcciones debido a que sus resultados se desviaban en algunos casos.

*Palabras claves: ecuación de Antoine, visual basic, presión de vapor*

### **3. Desarrollo**

#### *3.1 Justificación*

El objetivo de este proyecto es Integrar los conocimientos de dos experiencias educativas a través de un trabajo interdisciplinario donde el estudiante obtengan como producto un programa que calcule el punto de ebullición y la presión de vapor de una mezcla de dos solventes comunes. Retomando la unidad de competencia de la EE de Algoritmos computacionales, para este programa el estudiante utiliza la lógica como herramienta para organizar las propiedades de varias sustancias (15 en este caso), procesando dicha información calculará el punto de ebullición y la presión de vapor de una mezcla usando un modelo matemático – Ecuación de Antoine –.

Y la unidad de competencia de la EE de Termodinámica, el estudiante identifica los parámetros necesarios para separar dos sustancias en una mezcla de acuerdo con sus propiedades como sustancias puras, esto en la realidad permite terminar las condiciones de operación de equipos como evaporadores y torres de destilación.

#### *3.2 Definición de las intenciones*

Con todo lo anterior el estudiante está resolviendo una problemática real, aplica el pensamiento complejo al analizar e interpretar información que investiga a través de tablas de datos y propiedades obtenidos en bibliografía, hace uso de las TIC para desarrollar un programa de cómputo y además expresa lo realizado de forma oral y escrita en un documento y su respectiva exposición.

#### *3.3 Descripción de la innovación educativa*

El objetivo del programa fue determinar las condiciones de operación de un evaporador a nivel laboratorio dependiendo de la sustancia a evaporar y su composición. El programa contenía una base de datos con constantes de Antoine

de al menos 15 sustancias, incluyendo los solventes más comunes: agua, etanol, metanol, benceno, hexano, acetona, entre otros, también datos de los puntos normales de: ebullición, fusión e ignición, así como el punto triple y el punto crítico. Calculaba: la presión a la cual empezará la evaporación a determinada temperatura, la presión mínima a la cual se seguirá obteniendo destilado del compuesto de menor punto de ebullición. El programa tenía establecidos límites de cálculo por abajo del punto triple de la sustancia de mayor punto de ebullición y por arriba del punto crítico de la sustancia de menor punto de ebullición, además de ser capaz de enviar alertas de seguridad.

Los estudiantes entregaron un documento explicando los fundamentos teóricos, la forma en que funciona el programa, un diagrama de flujo del algoritmo utilizado, las pantallas de la solución de “la primera corrida” que fue comprobada “a mano” y en laboratorio, y una reflexión individual de la utilidad del programa y lo aprendido. Se les evaluó también el desempeño en laboratorio a través de un vídeo. Se hizo una demostración frente a grupo del funcionamiento del programa con datos que se les dieron en ese momento.

### *3.4 Medios y recursos para la implementación*

Las indicaciones de cada producto están disponibles en una presentación en EMINUS -Anexo 2-, De igual manera los estudiantes deben evaluar a sus compañeros, para ello se diseñó una encuesta que encuentra en el Anexo 1. Además del programa de computó, los estudiantes grabaron un vídeo donde demostraron la operación del rotavapor en el laboratorio y explicaron el contraste entre lo experimental y lo calculado.

## **4. Resultados y conclusiones**

Los ocho equipos trabajaron con mucho entusiasmo la práctica en laboratorio, aprendieron a usar el rotavapor y su predicción “a mano” coincidió de forma adecuada con lo que ocurrió a nivel práctico. Los ocho equipos entregaron sus trabajos en tiempo y forma, con la mayor parte de los requisitos solicitados. Seis de

los ocho equipos tuvieron resultados satisfactorios desde la primera revisión, dos equipos tuvieron varias revisiones pues se les dificultar plantear el algoritmo, las unidades o los desarrollos matemáticos. El anexo 3 muestran un resumen de la forma de evaluación.

#### *4.1 Conclusiones*

Las reflexiones individuales muestran que la mayoría de ellos tuvieron una buena experiencia haciendo el trabajo, en especial disfrutaron la parte práctica, y apreciaron la aplicación de los modelos como una aproximación de la realidad. Además se sintieron seguros al hacer los cálculos, consideraron que el proyecto final si integro una parte de importantes de los conceptos aprendidos en clase. Además en el desarrollo del trabajo y la exposición demostraron que comprendieron lo conceptos en su mayoría y además fueron capaces de identificarlos e interpretarlos, lo cual se observo en sus programas y sus documentos finales, donde siguieron adecuadamente las indicaciones y los lineamientos.

#### *4.2 Aportaciones por participantes*

- Tania García Herrera (35396). Facilitador del curso de Termodinámica, asesoría en los cálculos y interpretación de los mismos.
- José Vicente Martínez (30475). Facilitador del curso de Algoritmos computacionales y programación, seguimiento del avance de la escritura del programa.
- Alejandra Velasco Pérez (30019). Propuesta de las condiciones los casos de análisis de cada equipo.
- Rosa Isela Castro Salas (42036). Elaboración y diseño de encuesta de coevaluación (Anexos)
- Rafael Uzarraga Salazar (39634). Apoyo en revisión de los documentos finales.

### **5. Propuesta de Mejora**

Se requiere una rúbrica de evaluación para tener una retroalimentación objetiva de lo entregado por cada estudiante. Hacer la encuesta de coevaluación en línea.

## 6. Fuentes de información

- Alvarez Borrego, V., Herrejon Otero, V. D., Morelos Flores, M., & Rubio González, M. T. (2010). Trabajo por proyectos: aprendizaje con sentido. Revista Iberoamericana de Educación / Revista Ibero-americana de Educação, 5(52), 1-13.
- Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo. ITESM. (2014). El Aprendizaje Basado en Problemas como técnica didáctica. Monterrey: Vicerrectoría Académica, ITESM.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Smith, K. A. (1993). Cooperative learning: Increasing college faculty instructional productivity. (1ra. ed.). Washington: George Washington University.: George Washington University.
- Vicario Casla, A., & Smith Zubiaga, I. (2012). Cambio de la percepción de los estudiantes sobre su aprendizaje en un entorno de enseñanza basada en la resolución de problemas. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 11(1), 59-75.

## 7. Anexos

Se incluye la coevaluación, los lineamientos que recibieron los estudiantes y pantallas de los videos y los programas.

### 7.1 Coevaluación.

Académico / Programa Educativo: Dra. Tania García Herrera / IQ		Curso: Fundamentos de transferencia de calor			
TRABAJO GLOBAL DURANTE EL CURSO		No. de equipo formal:			
INTEGRANTES→					
Asistencia					
Trabajo asignado					
Calidad del trabajo					
Contribución					
Integración al grupo					
Total					

#### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Elementos	4- Excelente, (20 puntos)	3-Buena, (17 puntos)	2- Satisfactorio, (14 puntos)	1-Deficiente, (10 puntos)
<b>Asistencia</b>	Asistió al 100% de las reuniones y actividades programadas por el equipo.	Asistió de un 99% a un 80% de las reuniones o actividades programadas por el equipo.	Asistió de un al 79% a un 60% de las reuniones o actividades programadas por el equipo.	Asistió al 59% o menos de las reuniones o actividades programadas por el equipo.
<b>Trabajo asignado</b>	Siempre entregó el trabajo a tiempo y sin necesidad de recordárselo.	Entregó todos los trabajos, aunque algunos tarde y requirió recordárselo.	Entregó algunos trabajos y requirió recordárselo.	Entregó muy pocos trabajos o ninguno y requirió mucha insistencia por parte del equipo.
<b>Calidad del trabajo</b>	Las fuentes de información que utilizó fueron variadas y múltiples. La información que recopiló tenía relación con el tema, era relevante y actualizada. Las fuentes eran confiables (aceptadas dentro de la especialidad) y contribuyeron al desarrollo del tema.	Las fuentes de información eran variadas y múltiples. La información que recopiló era actualizada pero incluyó algunos datos que no son relevantes o no tienen relación con el tema. Las fuentes eran confiables y contribuyeron al desarrollo del tema.	Las fuentes de información eran limitadas o poco variadas. La información recopilada tenía relación con el tema pero algunas no estaban al día o no eran relevantes. Algunas fuentes no eran confiables por lo que no contribuyeron al desarrollo del tema.	Las fuentes de información eran muy pocas o ninguna. Si utilizó fuentes, éstas no eran confiables ni contribuyen al tema. La información tiene poca o ninguna relación con el tema principal.
<b>Contribución</b>	Siempre aportó al logro de los objetivos. Buscó y sugirió soluciones a los problemas	Casi siempre aportó al logro de los objetivos, Casi siempre buscó y sugirió soluciones a los problemas	Pocas veces aportó al logro de los objetivos. Pocas veces buscó y sugirió soluciones a los problemas	No aportó al logro de los objetivos. Muy pocas veces o ninguna buscó y sugirió soluciones a los problemas
<b>Integración al grupo</b>	Siempre estuvo al pendiente del trabajo en equipo y siempre cumplió con las normas y se adaptó a los cambios del equipo.	Casi siempre estuvo al pendiente del trabajo en equipo, y casi siempre cumplió con las normas y adaptarse a los cambios del equipo.	Pocas veces estuvo al pendiente del trabajo en equipo, y pocas veces cumplió con las normas y adaptarse a los cambios del equipo.	Nunca estuvo al pendiente del trabajo en equipo, y muy pocas veces o nunca cumplió con las normas y se adaptó a los cambios del equipo.



## PROYECTO FINAL

Determinación de las Condiciones de Operación de un Evaporador y modelado en computadora, usando Ley de Raoult y Ecuación Antoine

## Ecuación de Antoine

Sirve para calcular la presión de evaporación a una temperatura dada.

$$\ln P_{sat} = A - \frac{B}{T + C}$$

Sirve para calcular la temperatura de saturación a una presión dada.

$$T_{sat} = \frac{B}{A - \ln P} - C$$

- $P_{sat}$  Presión de evaporación a una temperatura dada
- $T_{sat}$  Temperatura de evaporación a una presión dada
- $A, B, C$  Relaciones con el calor latente de vaporización
- $T$  Temperatura,  $P$  Presión

**Nota:** Las unidades dependen de los valores de A, B, C

## Rangos de utilización:

Dependiendo de la sustancia son 2 o 3 rangos

1. Por abajo del punto de ebullición normal (Debajo de 1 atm)
2. Por arriba del punto de ebullición normal (Arriba de 1 atm)
3. Cercanos al punto crítico o al punto triple. (Poco común)
4. Ejemplo de rangos para Log P en Pa.

	A	B	C	T min. °C	T max °C
Agua	8.07131	1730.63	233.426	1	100
Agua	8.14019	1810.94	244.485	99	374
Etanol	8.20417	1642.89	230.300	-57	80
Etanol	7.68117	1332.04	199.200	77	243

## Ley de las Presiones Parciales

Sirve para determinar la presión de vapor en una mezcla a separar.

$$P_{mezcla} = p_1x_1 + p_2x_2 + p_3x_3 + \dots + p_nx_n$$

Dos componentes

$$P_{mezcla} = p_1x_1 + p_2x_2$$

- $P_{mezcla}$  Presión a partir de la cual iniciará la evaporación y requerirá que la presión siga bajando hasta llegar a la presión de evaporación del componente de mayor punto de ebullición

$$x_1 = \frac{n_i}{n_{totales}} \quad \text{Fracción molar}$$

$$x_1 = \frac{\frac{\%C_1}{M_1}}{\frac{\%C_1}{M_1} + \frac{\%C_2}{M_2}} \quad \text{Fracción molar} \quad x_2 = 1 - x_1$$

## Objetivo del programa

- Determinar las condiciones de operación de un evaporador a nivel laboratorio dependiendo de la sustancia a evaporar y su composición.
- El programa debe contener:
  - Base de datos con constantes de Antoine de al menos 15 sustancias, incluyendo los solventes más comunes: agua, etanol, metanol, benceno, hexano, acetona, entre otros.
  - Además de las constantes de Antoine debe tener datos de los puntos normales de: ebullición, fusión e ignición, así como el punto triple y el punto crítico
- Debe calcular:
  - La presión a la cual empezará la evaporación a determinada temperatura
  - La presión mínima a la cual se seguirá obteniendo destilado del compuesto de menor punto de ebullición
- El programa no operará:
  - Por abajo del punto triple de la sustancia de mayor punto de ebullición
  - Por arriba del punto crítico de la sustancia de menor punto de ebullición
- El programa debe ser capaz de enviar alertas de seguridad

## EJEMPLO

- Determinar la presión a la cual debe operar un evaporador donde se tiene una mezcla de 55 % acetona-45 % etanol y se requiere mantener la temperatura a un máximo de 45 °C

### DATOS USUARIO:

ACETONA  
T = 318.15 K  
Composición = 55 %

### DATOS EN EL PROGRAMA:

Masa molar = 0.05805 kg/mol  
Temperaturas  
Ebullición = 329.15 K  
Fusión = 178.15 K  
Crítica = 855 K  
Punto triple = 508.2 K  
Ignición = 855 K  
Rango de validez de las constantes de Antoine  
Contantes de Antoine para Ln P en mmHg  
241 a 350 K  
A = 16.651  
B = 2940.5  
C = -35.93

### DATOS USUARIO:

ETANOL  
T = 318.15 K  
Composición = 45 %

### DATOS EN EL PROGRAMA:

Masa molar = 0.04607 kg/mol  
Temperaturas  
Ebullición = 351.52 K  
Fusión = 159.05 K  
Crítica = 514 K  
Punto triple = 150 K  
Ignición = 286 K  
Rango de validez de las constantes de Antoine  
Contantes de Antoine para P en mmHg  
270 a 369 K  
A = 16.912  
B = 3804.0  
C = -41.68

CRITERIOS PARA LA SUSTANCIA DEL PUNTO DE EBULLICIÓN MENOR				CRITERIOS PARA LA SUSTANCIA DEL PUNTO DE EBULLICIÓN MAYOR			
T < Ebullición	P < 101.3 kPa	T > Ebullición	P > 101.3 kPa	T < Ebullición	P < 101.3 kPa	T > Ebullición	P > 101.3 kPa
T > Fusión	Continuar	T <= Fusión	Es un sólido, el programa es para separar una mezcla líquida	T > Fusión	Continuar	T <= Fusión	Es un sólido, el programa es para separar una mezcla líquida
T < Crítica	Continuar	T >= Crítica	Es un vapor sobrecalentado, el programa es para separar una mezcla líquida	T > Punto triple	Continuar	T <= Punto triple	Es un sólido, el programa es para separar una mezcla líquida
T < Ignición	Continuar	T >= Ignición	Peligro de incendio	T < Ignición	Continuar	T >= Ignición	Peligro de incendio
T > T menor	Continuar	T <= T menor	La ecuación de Antoine no cubre este rango	T > T menor	Continuar	T <= T menor	La ecuación de Antoine no cubre este rango
T < T mayor	Continuar	T >= T mayor	La ecuación de Antoine no cubre este rango	T < T mayor	Continuar	T >= T mayor	La ecuación de Antoine no cubre este rango

Con un solo criterio que no se cumpla no se puede continuar. El programa debe listar para los usuarios todos los criterios que no se cumplen en caso de que el programa no pueda continuar, y para cual de las sustancias no se está cumpliendo el criterio

T = 318.15							
Criterios: ACETONA				Criterios: ETANOL			
Ebullición	329.15	T < Ebullición	P < 101.3 kPa	Ebullición	351.52	T < Ebullición	P < 101.3 kPa
Fusión	178.15	T > Fusión	Continuar	Fusión	159.05	T > Fusión	Continuar
Crítica	508.20	T < Crítica	Continuar	Punto triple	150.00	T > Punto triple	Continuar
Ignición	738.15	T < Ignición	Continuar	Ignición	636.15	T < Ignición	Continuar
T menor	241.00	T > T menor	Continuar	T menor	270.00	T > T menor	Continuar
T mayor	350.00	T < T mayor	Continuar	T mayor	369.00	T < T mayor	Continuar

CUMPLE CON TODOS LOS CRITERIOS

### Calcular la presión de vapor con la Ecuación de Antoine

$$P_{sat} = e^{A - \frac{B}{T+C}}$$

#### ACETONA

$$P_{sat} = 508.68 \text{ mmHg}$$

Dar opción a convertir a las unidades más comunes: bar, kPa, mbar, kgf/cm<sup>2</sup>, PSI  
El rotavapor del Laboratorio está en mbar, lo convertiré a mbar

$$P_{sat} = 678.2 \text{ mbar}$$

Calculo de fracciones molares

#### ETANOL

$$P_{sat} = 23.40 \text{ mmHg}$$

$$P_{sat} = 31.2 \text{ mbar}$$

$$X_{ACETONA} = \frac{55/0.05805}{55/0.05805 + 45/0.04607} = 0.49 \quad X_{ETANOL} = 1 - 0.49 = 0.51$$

#### Presión de la Mezcla

$$P_{mezcla} = (678.2 * 0.49) + (23.40 * 0.51) = 349.711 \text{ mbar}$$

Presión máxima para destilar acetona 349.71 mbar

Presión mínima para destilar acetona 23.4 mbar

### CARACTERÍSTICAS DEL PROGRAMA

- El Usuario debe tener la posibilidad de ingresar:
  - Seleccionar dos sustancias líquidas de listas desplegables
  - Ingresar la concentración en cualquiera de las siguientes unidades
    - Relación m/m
    - Porcentaje
    - Fracción másica
    - Fracción molar
  - Ingresar la temperatura de operación en cualquiera de las siguientes unidades: °C, K, °F, R
  - Seleccionar las unidades de presión en las cuales desea el resultado: atm, bar, mbar, Pa, kPa, PSI, Torr, mmHg, kg/cm<sup>2</sup>, kg/m<sup>2</sup>
  - La pantalla final debe mostrar las propiedades de ambas sustancias, y resaltar la presión de operación.
  - Se debe incluir una guía de operación del programa

### Entregables para Termodinámica

- Documento con portada original explicando los fundamentos teóricos, la forma en que funciona el programa, un diagrama de flujo del algoritmo utilizado, las pantallas de la solución de "la primera corrida" que fue comprobada "a mano" y en laboratorio, y una reflexión individual de la utilidad del programa y lo aprendido. Debe contener nomenclatura, bibliografía y anexos que crean necesarios para entender su trabajo. (5 puntos)
- Desempeño en laboratorio. (5 puntos)
- Demostración frente a grupo del funcionamiento del programa con datos que se les darán en ese momento, todos deben participar. (5 puntos)
- CD con: Programa, archivos de instalación, guía de instalación, vídeo de la demostración en laboratorio, vídeo de la exposición (5 puntos)
- Preguntas individuales (2 puntos)
- Coevaluación: Calificarán el desempeño de sus compañeros de equipo, se les dará un formato ese día (3 puntos)
- NOTA:** En la materia de Algoritmos Computacionales se les darán los criterios de evaluación respectivos.

### CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA EN LABORATORIO

Equipo	Mezcla	Conc	Temp	Práctica 1	Práctica 2
1	Agua_Etanol	40_50	40 °C	Jueves 31 (17-18:30)	Sábado 9 (9-11)
2	Agua_Hexano	40_50	40 °C	Jueves 7 (17-18:30)	Martes 12 (17-20)
3	Agua_Acetona	40_50	40 °C	Miércoles 6 (10:30-12:00)	Viernes 8 (15-17)
4	Agua_Metanol	40_50	40 °C	Martes 5 (17-18:30)	Miércoles 13 (9-10:30)
5	Agua_Etanol	50_40	50 °C	Martes 29 (18:30-20:00)	Miércoles 13 (10:30-13:00)
6	Agua_Hexano	50_40	50 °C	Jueves 31 (18:30-20:00)	Miércoles 6 (9-10:30)
7	Agua_Acetona	50_40	50 °C	Martes 29 (17-18:30)	Sábado 9 (11-13)
8	Agua_Metanol	50_40	50 °C	Viernes 8 (17-19)	Viernes 15 (15-20)

### 7.3 Pantalla de los programas y vídeos entregados por los estudiantes.

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA**  
**TERMODINÁMICA**  
**Determinación de las condiciones de Operación de un Evaporador y modelado en computadora, usando Ley de Raoult y Ecuación Antoine**  
**DOCENTE**  
**DRA. TANIA GARCÍA HERRERA**  
**ESTUDIANTES**  
**BAUTISTA SANTIBÁÑEZ ROBERTO- CARCAÑO CORONA VIVIANA**  
**SARAITH-HERNÁNDEZ LÓPEZ LIZETH- HERNÁNDEZ VÁZQUEZ ÁNGEL**  
**GABRIELARA ORTIZ CAROLINA**  
**MONSERRAT ROMERO GUERRERO**  
**ANDREA MONSERRATH**

BLOQUE Y SECCIÓN: **IBT 301-EQUIPO 1**  
 06 DICIEMBRE 2019



**Calculadora de presión mediante la Ecuación de Antoine**

Sustancia 1: Agua, Sustancia 2: Etanol

Concentración sustancia 1: 40, Concentración sustancia 2: 60

Unidades de concentración: Porcentaje

Temperatura: 40 °C

Presión de la mezcla: 105.0027022345, Unidad de la Presión: mmHg

Botones: **Calcular**, **Cancelar**, **Abrir de**

Propiedades de la sustancia 1		Propiedades de la sustancia 2	
Masa molar	0.018 kg/mol	Masa molar	0.046 kg/mol
T. ebullición	373.15 K	T. ebullición	351.6 K
T. fusión	273.15 K	T. fusión	153.3 K
T. triple	273.16 K	T. triple	150 K
T. ignición	0 K	T. ignición	526 K
T. crítico	647.14 K	T. crítico	514 K
A	4.8543	A	5.3729
B	1429.264	B	1671.429
C	44.848	C	-40.191

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA**  
**Facultad de Ciencias Químicas**  
**Ingeniería en Biotecnología 301**

Experiencia Educativa  
 Termodinámica

Facilitador  
 Dra. Tania García Herrera

Proyecto Integrador  
 Programa para un Rotavapor

Equipo No. 2

Integrantes  
 Coloma Concalma Luz Elena  
 Noé Landa Naara  
 Salazar Tepetit Rubi Lucila  
 Sánchez Reyes Dalía Gabriela

Orizaba, Veracruz.



**Form1: PRESION EN MEZCLAS**

SUSTANCIA 1: Agua, Composición 1: 40, Fracc. Molar: 40%

SUSTANCIA 2: Hexano, Composición 2: 60, Fracc. Molar: 60%

TEMPERATURA: 313.15 K

PRESION SUSTANCIA 1: 7.424023 KPa, PRESION SUSTANCIA 2: 37.31041 KPa, PRESION MEZCLA: 136.1506 mmHg

Botones: **Calcular Presion**, **Borrar Datos**, **Salir**

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA**  
**Facultad de Ciencias Químicas**  
**INGENIERIA EN BIOTECNOLOGIA**  
**DR. TANIA GARCIA HERRERA**  
**TERMODINAMICA**  
**HECTOR EMMANUEL BAZAN BORBONIO**  
**LENNY JHAPHET CORTÉZ DIAZ**  
**FERNANDO VÁZQUEZ LÓPEZ**  
**DANIEL ALEJANDRO BONILLA MERINO**

301



**Form1: PRESS-VAPOR**

Sustancia 1: Etanol, Sustancia 2: Acetona

Temperatura: 60 °C

Porcentaje 1: 40, Porcentaje 2: 60

Presión Sustancia 1: 10 KPa, Presión Sustancia 2: 10 KPa, Presión Mezcla: 10 KPa

Botones: **CALCULAR**, **REINICIAR**, **Salir**

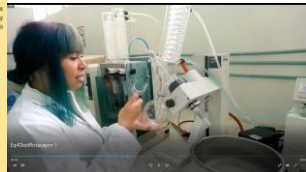
**Termodinámica: Proyecto Final**

Experiencia Educativa: Termodinámica  
 Programa Educativo: Ingeniería en Biotecnología  
 Docente: Dra. Tania García Herrera

Objetivo del proyecto:  
 Determinación de las condiciones de operación de un evaporador y modelado en computadora, usando la ecuación de Antoine

Integrantes:  
 Aguilera Sánchez Irving Rafael  
 Rafael Escobedo Osorio  
 San Pedro Hernández Ismael  
 Tzuc Sánchez Karla Yumari

FECHA DE ENTREGA: 10 DE NOVIEMBRE DEL 2019



**Form1: Resultados**

Sustancia	T. Ebullición	T. Fusión	T. Triple	T. Ignición	T. Crítico	A	B	C
Sustancia 1	351.6	153.3	150	526	514	5.3729	1671.429	-40.191
Sustancia 2	373.15	273.15	273.16	0	647.14	4.8543	1429.264	44.848

# TERMODINAMICA

**PROYECTO FINAL**  
**DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN DE UN EVAPORADOR Y MODELADO EN COMPUTADORA USANDO LEY DE RAULTY ECUACION ANTOINE.**

DOCENTE: DRA. TANIA GARCÍA HERRERA

INTEGRANTES:  
 IZIAR SORCIA CHIPOL  
 LARISSA CARRERA  
 GARCÍA MARIELA  
 MERINO AVILA  
 ROMINA LIZBETH LOYDA ARENAS

FECHA: 09/12/2019




Form1

### DETERMINACION DE LAS CONDICIONES DE OPERACION EN UN ROTAVAPOR

Seleccione dos sustancias liquidas

Agua: 60  
 Etanol: 40

Concentración: 60  
 Unidades de la concentración: Porcentaje

Ingrese la temperatura: 23  
 Unidades de la temperatura: K

Ingrese la presión a la cual desea el resultado: mbar

Calcular Limpiar Salir

Sustancia	M	TE	TF	TI	TFI	TC
Agua	0.018	373.15	373.15	373.15	373.15	647.2
Etanol	0.04607	352.3	352.3	406	352.3	354
Benceno	0.07811	353.3	378.64	354	378.5	360
Bromo	0.0862	341.9	378	487	378	360.6
Axetona	0.058	329.3	378.7	378	378.5	308

Universidad Veracruzana  
 Facultad de Ciencias Químicas  
 Programa Educativo:  
 Ing. Biotecnología

Experiencia Educativa:  
 Termodinámica

Titular:  
 Tania García Herrera



Equipo No.:  
 6

Integrantes:  
 Daniel Villalobos Castañeda S18004098  
 Adolfo Martínez Lagunas S18004093  
 Imael Santiago Pavón S18004119

**PROYECTO FINAL**

Sección:  
 301

Orizaba, Veracruz a 7 de diciembre del 2019


Rotavapor

### SELECCIONA LAS SUSTANCIAS

Sustancia 1: Agua  
 Sustancia 2: Hexano

Ingresar:

TEMPERATURA: 50  
 CONCENTRACIÓN: Relación m/m

Sustancia 1: 60  
 Sustancia 2: 40

	SUSTANCIA MAYOR	SUSTANCIA MENOR
Temperatura	323.15 K	K
Masa molar	0.019 kg/mol	0.08618 kg/mol
Ebullición	373.15 K	342.15 K
Fusión	273.15 K	177.65 K
Crítica	647.15 K	507.6 K
Punto triple	273.15 K	178.15 K
Autoignición	- K	498.15 K
Presión mínima	120.3660	
Presión de la mezcla	183.0681	mbar

Borrar Presión de mezcla Salir

UNIVERSIDAD VERACRUZANA  
 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
 ORIZABA, VERACRUZ

PROGRAMA EDUCATIVO  
 Ingeniería en biotecnología

EXPERIENCIA EDUCATIVA  
 Termodinámica

DOCENTE  
 Dra. Tania García Herrera

**PROYECTO**  
 Determinación de las condiciones de operación de un evaporador y modelado en computadora usando la ecuación de Antoine.

EQUIPO NO. 6  
 Andie Sahney Ibezama Guzman  
 Nimbe Lilliana Micaireno Pasacio  
 David Flores Castañeda  
 Jesus Alberto Miranda Sánchez

BLOQUE Y SECCIÓN  
 301





Calculo de Presiones

Concentración: Agua, Hexano

Presión Sustancia 1: 12.87023 kPa  
 Presión Sustancia 2: 15.20799 kPa

Resultado Presión Mezcla: 256.0456 Millibares

Calcular Presión Borrar Datos Salir