

## Guía para Estudiantes - Experimento n°1 **“Titulación Ácido/Base asistida por computador”**

### 1- DATOS GENERALES DE LA ACTIVIDAD

**CONTENIDO:** Titulación ácido débil con base fuerte, determinación del pH, Kb y concentración de un ácido en solución asistida por computador a través de sensores usando el software Capstone

#### RESUMEN DE LA ACTIVIDAD:

En esta actividad se neutralizará un ácido débil (ácido acético) con una base fuerte (hidróxido de sodio) a través de un proceso de titulación, permitiendo determinar la concentración de una solución desconocida.

En esta experiencia, ocurrirán las siguientes reacciones:



A medida que se agrega el hidróxido de sodio 0,1 M se medirá el volumen de NaOH añadido y pH de la solución mediante sensores, construyendo la curva de titulación (pH vs volumen de base), que se observa en la pantalla del computador. De la curva de titulación, el estudiante deberá identificar la **zona buffer** relacionada con las especies disueltas en solución durante la titulación y su equilibrio (donde, para el ácido acético,  $K_b = 5,6 \cdot 10^{-10}$ ), a partir de la que se puede extraer la constante; y el **punto de equivalencia**, punto en el que el ácido titulado se ha neutralizado y consumido por completo. En el caso del ácido acético, el punto de equivalencia teórico se alcanzará a un pH igual a 8,2.

#### OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD:

- Desarrollar habilidades prácticas a partir de un procedimiento de laboratorio, siguiendo sus protocolos y normas de seguridad y trabajo en grupo en este contexto.
- Efectuar la titulación de un ácido débil, utilizando una base fuerte.
- Construir de forma experimental mediante sensores y computador la curva de titulación de un ácido débil con una base fuerte, reconociendo la zona buffer, el pKa y pH en el punto de equivalencia.
- Identificar y comprender conceptos asociados a una titulación ácido-base tales como punto de equivalencia, curva de titulación, zona buffer, equilibrio, neutralización, constante de acidez y basicidad, entre otros desde un punto de vista experimental.

#### DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD:

**PRECAUCIONES Y SEGURIDAD:** Debe presentarse al laboratorio con pantalón largo y zapatos cerrados para realizar la actividad. Debe traer delantal para poder entrar al laboratorio. Para realizar el experimento debe utilizar el delantal, antiparras y guantes, los cuales sirven para protegerse ante posibles quemaduras o irritaciones causadas por la manipulación de ácidos y bases. Antiparras y guantes se entregarán en el laboratorio.

Tenga cuidado de no derramar los líquidos utilizados en la experiencia.

**PRECAUCIÓN:** LEA TODOS LOS PASOS DEL PROTOCOLO ANTES DE COMENZAR A REALIZAR LA EXPERIENCIA.

#### 1 - PRE-EXPERIMENTO:

1. Antes de entrar al laboratorio, el estudiante deberá entregar el **consentimiento informado** con nombre y firma de forma digital. Para esto, se habilitará una tarea en la plataforma de U-Cursos durante las semanas anteriores. En este documento el estudiante afirma haber leído las normas de seguridad y se hace responsable de su cumplimiento.
2. Es requisito para entrar al laboratorio haber respondido anteriormente, durante las fechas informadas, el test de entrada con un 80% de aciertos, demostrando que se leyó y entendió este protocolo y la guía de seguridad.
3. El ingreso al laboratorio se debe realizar con el delantal puesto. Una vez que ingresó, el estudiante deberá dejar sus pertenencias en los casilleros de la entrada, incluyendo su celular. Solo se puede entrar al laboratorio con calculadora, lápiz, goma y TUI.
4. Al entrar al laboratorio, tomen guantes de su medida (S, M o L) de la mesa de la entrada y dirigirse a su mesón asignado, prestando atención a las indicaciones dadas por el cuerpo docente.
5. Una vez dentro del laboratorio, debe identificar la ducha de emergencia (la que se encuentra a la entrada, al lado del mesón 5) y los dispositivos de lavado de ojos (en los lavaderos de los mesones 3 y 4).

Siga el siguiente protocolo para realizar el experimento. RECUERDE TOMAR NOTAS DE LO QUE HACE YA QUE LE SERVIRÁN PARA POSTERIORMENTE COMPLETAR LA GUÍA DE EVALUACIÓN DEL LABORATORIO.

Sobre su puesto de trabajo encontrarán la guía de estudiante plastificada que debe devolver al final del laboratorio, la guía de evaluación y los materiales requeridos para el experimento que debe realizar junto a su grupo. **No los toque hasta el momento en que el cuerpo docente le indiquen que puede empezar.**

En la parte superior de cada mesón se encontrará un computador con su correspondiente mouse y teclado. **No los toque ni los mueva de su lugar hasta que llegue al paso del protocolo donde lo indique. Está prohibido usar el computador para actividades ajenas a la realización del laboratorio. No debe manipular en ningún momento la interfase del equipo.**

Una vez todos los estudiantes estén en sus mesones, el profesor de su sección con el auxiliar del laboratorio, les explicarán los puntos importantes a recordar, tanto de las normas de seguridad como del experimento en sí. Una vez termine la explicación, y le indiquen que pueden empezar el laboratorio, guarden el taburete debajo del mesón y puede empezar el experimento siguiendo los pasos del protocolo. El experimento se realiza de pie.

Durante el experimento, usted debe permanecer en su puesto de trabajo y no puede moverse a otras zonas del laboratorio, a no ser que el auxiliar de su mesón lo autorice. Si necesita ayuda levante la mano en su puesto.

**2- EXPERIMENTO: Titulación ácido-base para determinar la concentración desconocida de un ácido débil utilizando una base fuerte de concentración conocida.**

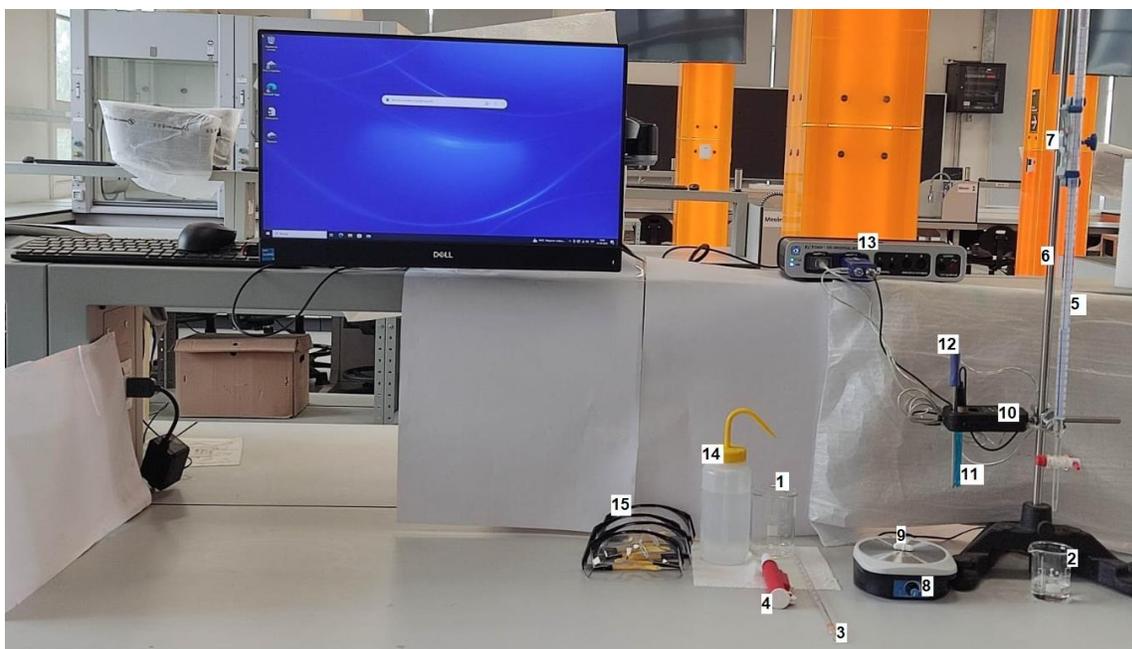


Figura 1. Materiales para la experiencia, dispuestos en el puesto de trabajo.

Materiales	Reactivos
1. 1 vaso de precipitados de 250 mL 2. 1 vaso de precipitados de 100 mL rotulado con NaOH 0.1M 3. 1 pipeta 4. 1 propipeta 5. 1 bureta de 50 mL 6. 1 soporte universal 7. 1 pinza para bureta 8. 1 agitador magnético 9. 1 barra magnética 10. Sensor cuenta gotas 11. Sensor pHmetro	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ácido acético (<math>\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{ac})}</math>) de concentración desconocida [X]</li> <li>Hidróxido de sodio (<math>\text{NaOH}_{(\text{ac})}</math>) 0,1 M</li> </ul>
	<b>Seguridad</b> 15. Antiparras 16. Guantes (disponibles en la entrada del laboratorio)

- |  |  |
|--|--|
| 12. Sensor temperatura<br>13. Interfase<br>14. 1 piseta con agua destilada |  |
|--|--|

**Pasos previos a la titulación del ÁCIDO ACÉTICO [X] CON NaOH 0.1 M**

1. Practique el manejo de la llave y la velocidad del goteo con el fin de evitar la aparición de “chorros”: ubicando ambas manos en la llave de la bureta (tal como se observa en la Figura 2), abra la llave lenta y cuidadosamente, regulando que la gota de NaOH 0,1 M cae a ritmo constante a la solución problema. Practique con un volumen aproximado de 5 mL.



Figura 2. Posición de las manos durante la titulación.

2. Llene la bureta con la solución acuosa de NaOH 0,1 M, a partir del siguiente procedimiento:
  - a) La bureta estará fija con pinzas y nuez al soporte universal y con solución de NaOH 0,1 M, pero sin enrasar en 0.
  - b) Acerque el soporte con la bureta hacia la orilla del mesón **con cuidado**, de tal forma que la bureta pueda moverse fuera del mesón. Manipulando las pinzas, baje la bureta de tal forma que **el cero esté a la altura de sus ojos** (Ver Figura 3A).
  - c) Agregue  $\frac{3}{4}$  de solución de NaOH 0,1 M al vaso de precipitados de 100 mL rotulado, y rellene la bureta hasta que la solución pase la altura de 0 mL.
  - d) Enrase: Sostenga el vaso de precipitado con NaOH 0.1 M debajo de la bureta. Abra lentamente la llave de la bureta y deje caer gotas de la solución hasta que el menisco esté exactamente en cero.
 

**OBS.** El menisco corresponde a la curvatura en las cercanías de las paredes, adoptando una forma ligeramente cóncava para el caso de la solución de NaOH 0,1 M (ver Figura 3B).
  - e) Una vez enrasado, suba la bureta sobre el nivel del mesón y mueva el soporte universal con la bureta a su posición inicial. Asegúrese que la bureta quede paralela al soporte universal.

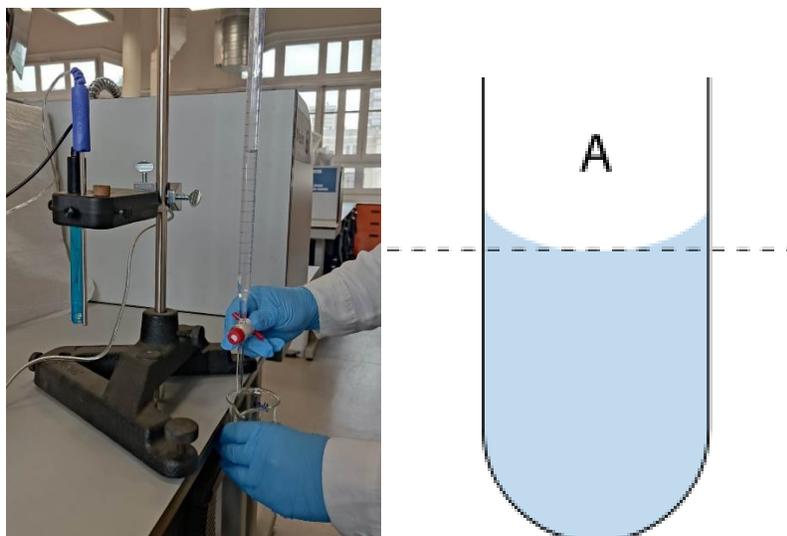


Figura 3. A) Montaje para el llenado de la bureta. B) Forma del menisco para leer correctamente el menisco, la bureta debe estar en posición vertical y los ojos del estudiante deben encontrarse a la altura del menisco. En esta posición, el enrasado se visualiza como una línea.

3. Agregue 150 mL de agua destilada con una piseta al vaso de precipitados de 250 mL, mirando la numeración del vaso.
4. Conecte la pipeta de 10 mL a la propipeta.  
**OBS.** Para conectar la pipeta a la propipeta: agarre la propipeta con una mano y la base de la pipeta con la otra. Inserte la base de la pipeta en el orificio de la propipeta. Rote con cuidado.
5. Con la pipeta conectada con su propipeta, agregue 10 mL de solución acuosa de ácido acético de concentración desconocida [X] desde el frasco que encontrará en el mesón, en el vaso de precipitados de 250 mL. Recuerde cerrar el frasco y devolverlo a su lugar al terminar.  
**OBS.** La pipeta no debe tocar la solución del vaso de precipitados de 250 mL.
6. Retire la propipeta de la pipeta y deje las dos encima de toalla nova, asegurándose que la punta de la pipeta quede siempre encima del papel para evitar el goteo.
7. Coloque la barra magnética dentro del vaso precipitados de 250 mL con cuidado de no salpicar, inclinándolo el vaso.

#### Parte I. Arreglo del computador

1. Baje el mouse y el teclado del computador hasta el mesón, lejos de la zona donde se encuentra el montaje de la titulación, y enciéndalos.
2. Encienda el computador e inicie sesión; para esto, ingrese como contraseña "grupoXX", donde XX corresponde al número de su grupo.
3. Una vez iniciada su sesión, podrá observar en la pantalla dos indicadores digitales: uno que muestra la temperatura de la solución en °C y otro que muestra su pH. Además, se encuentra un gráfico de pH vs volumen de NaOH 0,1 M usado en mL.

#### Parte II. Preparación de la titulación

1. Prepare el montaje de la Figura 4A. Suba la bureta a 10 cm aprox sobre el sensor cuenta gotas. Coloque el agitador magnético y el vaso de precipitados de 250 mL debajo de la bureta. Gire y ajuste el sensor cuenta gotas a una altura tal que el sensor de pH y de temperatura se encuentren dentro de la solución, sin entrar en contacto con la barra magnética. Ajuste la punta de la bureta para que esta quede dentro del agujero del sensor cuenta gotas y en su centro, sin cruzar su línea interna (línea naranja) (Figura 4B).  
**OBS.** asegúrese que la altura de la bureta permita que pueda manipular la llave de esta sin dificultad.

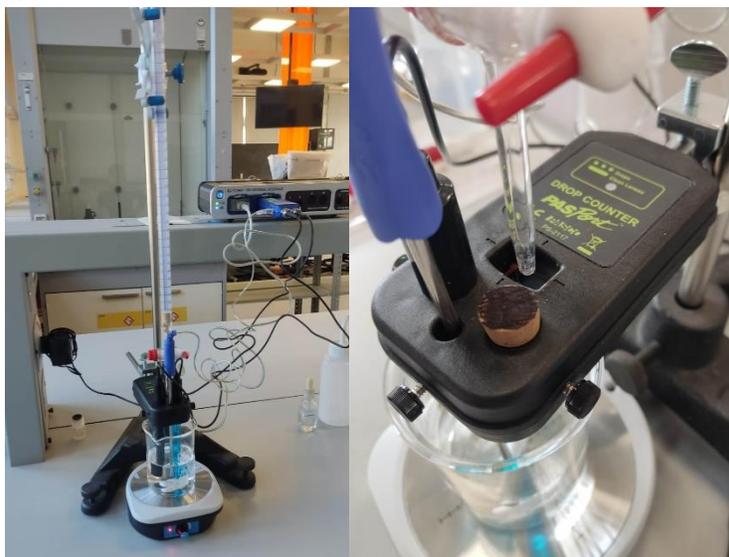


Figura 4. A) Montaje para la titulación; B) Altura punta de bureta.

2. Verifique con el auxiliar de su mesón que el montaje está bien instalado para iniciar titulación.
3. Encienda el agitador magnético a una velocidad moderada.

### Parte III. Titulación Ácido-Base y Registro de Datos

1. Pulse el botón "Registrar" en la pantalla inferior e inicie el registro de los datos. Espere 30 segundos para que el computador registre el pH inicial sin problemas.
2. Agregue gota a gota la solución de NaOH 0,1 M, a la misma velocidad de goteo practicada anteriormente. Mantenga en todo momento sus manos cerca de la llave de la bureta.
3. Registre los datos hasta que la lectura en el indicador digital de pH sea 11, o hasta haber utilizado 20 mL de solución de NaOH 0,1 M. Una vez llegado a este punto, pulse el botón "Detener" en la pantalla inferior y cierre la llave de la bureta.
4. Apague el agitador magnético. Levante la bureta 15 cm aprox sobre los sensores. Luego levante el sensor cuenta gotas con los sensores de pH y temperatura a una altura sobre el vaso de precipitados de 250 mL. Usando la piseta con agua destilada, enjuague el sensor de pH muy cuidadosamente y el sensor de temperatura sobre el vaso de precipitados de 250 mL.  
**OBS.** Al enjuagar los sensores asegúrese que el agua caiga al interior del vaso de precipitados de 250 mL.
5. Retire el vaso de precipitados de 250 mL del agitador magnético.

6. Gire el sensor hacia el lado izquierdo y seque el sensor de pH **muy suavemente** con el papel de secado.
7. Llame al auxiliar para que le ayude a retirar la barra magnética del vaso de precipitados de 250 mL y deje la barra magnética encima un trozo de toalla nova. Vierta el contenido del vaso de precipitados en el bidón de desechos ácidos y/o básicos disponible en el costado de su mesón.
8. Lave el vaso de precipitados de 250 mL y la barra magnética con abundante agua de la llave del lavadero de su mesón y enjuague ambos materiales usando la piseta con agua destilada. **No seque.**
9. Deje los materiales como aparecen en la Figura 1.
10. Deje la bureta con su contenido montada en el soporte universal, con el vaso de precipitados de 100 mL rotulado con NaOH 0,1 M bajo la bureta.  
***OBS.** El vaso de precipitados de 100 mL no se debe lavar, y su contenido no debe desecharse.*
11. Asegúrese de que su mesón se encuentre limpio y ordenado igual que la Figura 1 al terminar.

#### **Parte IV. Post-Experimento: Análisis de Datos**

1. Una vez que termine la titulación y el auxiliar haya confirmado que su puesto de trabajo está ordenado y sin basura, retírese los guantes y descártelos en el basurero más cercano. Retire también sus antiparras y dispóngalas tal como se encontraban al inicio del laboratorio.
2. Trabaje en su curva de titulación: presione el gráfico con el cursor. En el menú desplegado sobre el gráfico, presione "Añadir herramientas de coordenadas → coordenadas múltiples". Ubique la herramienta de coordenadas sobre el punto de equivalencia y registre el volumen de NaOH utilizado en la Guía de Evaluación.
3. Registre en la Guía de Evaluación los valores de pH al inicio de la titulación y en el punto de equivalencia.
4. Complete la Guía de Evaluación.
5. Entregue la Guía de Evaluación al auxiliar de su mesón una vez finalizada. **RECUERDE COLOCAR TODOS LOS DATOS DEL GRUPO.** Deje el mouse y el teclado encendidos frente al computador, lejos de los otros materiales. El auxiliar validará su entrega y el orden del mesón.
6. Con la autorización del auxiliar de su mesón, retírese del laboratorio.