

Universidad Rafael Landívar  
Facultad de Ingeniería  
Ingeniería en Sistemas  
Laboratorio de Química Básica, sección 7  
Catedrático: Lisbeth Gabriela Zelada Martinez  
Auxiliar: Carlos Bran



Julio Anthony Engels Ruiz Coto - 1284719

Guatemala 29 de abril de 2025

## **ÍNDICE**

I.	ABSTRACT.....	1
II.	RESULTADOS .....	2
II.I	RESULTADOS DE LA PRÁCTICA .....	2
II.II	REACCIONES QUÍMICAS .....	2
II.III	OBSERVACIONES .....	2
III.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	4
IV.	CONCLUSIONES.....	6
V.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	7
VI.I	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	7
VI.II	REFERENCIAS ELECTRÓNICAS .....	7
VI.	APÉNDICE .....	8
VI.I	DIAGRAMA DE EQUIPO.....	8
VI.II	DATOS OBTENIDOS.....	9
VI.III	DATOS CALCULADOS.....	9
VI.IV	MUESTRA DE CALCULO.....	9
VI.V	ANÁLISIS DE ERROR.....	9
VII.	ANEXOS.....	10

## I. ABSTRACT

La Práctica de Laboratorio No. 06, titulada "Identificación Cualitativa de Sales de Cloruro", se llevó a cabo el martes 22 de abril de 2025. El propósito de este ejercicio fue aplicar la técnica de la llama para reconocer, de manera cualitativa, la presencia de iones metálicos en tres muestras de sales de cloruro. Durante la sesión se enfatizó el uso de cantidades aproximadas una pequeña porción equivalente a la punta de una espátula y un volumen cercano a diez gotas de metanol para cada ensayo, con el fin de simular condiciones de trabajo práctico sin recurrir a mediciones precisas.

El objetivo general consistió en determinar qué cationes estaban presentes en las muestras analizadas mediante la observación de la coloración de la llama. Los objetivos específicos incluyeron verificar las variaciones cromáticas características de cada sal al exponerlas brevemente a la llama, distinguir el efecto de un metanol aplicado en gotas aproximadamente diez y demostrar la relevancia de un protocolo de limpieza básico para evitar contaminación cruzada entre las tres corridas experimentales.

En el procedimiento experimental, se rotularon tres cápsulas de porcelana y, con una espátula previamente enjuagada y secada, se depositó en cada una porción aproximada de sal de cloruro. A continuación, se añadieron alrededor de diez gotas de metanol por muestra y se agitó suavemente con varilla. Cada cápsula se llevó al mechero durante unos segundos hasta observar la emisión de color, anotando inmediatamente el tono de la llama antes de retirar la muestra y proceder a la siguiente, asegurando en todo momento el lavado rápido de los instrumentos.

Los resultados mostraron tres tonalidades bien diferenciadas: una llama de color naranja tenue al encender la primera sal, un destello azul-violeta en la segunda y un brillo rojizo en la tercera al emplear pocas gotas de metanol. Estas observaciones coincidieron con las firmas espectrales esperadas para sodio, potasio y calcio, lo cual validó el método como una prueba útil y rápida de identificación cualitativa en un entorno de laboratorio básico.

En conclusión, la técnica de la llama, aun empleando cantidades aproximadas y gotas excesivamente orientativas de metanol, demostró ser un recurso efectivo para reconocer cationes metálicos en sales de cloruro. Además, la práctica puso de relieve la importancia de mantener un mínimo de disciplina en la limpieza del material para garantizar la fidelidad de los resultados. Este enfoque sencillo y no cuantitativo refuerza la aplicabilidad de métodos cualitativos en la enseñanza y en análisis preliminares de muestras.

## **II. RESULTADOS**

### **II.I RESULTADOS DE LA PRÁCTICA**

**Tabla No.1**

Resultados experimentales

<b>Descripción del reactivo</b>	<b>Color de la llama</b>
Sal de cloruro 1 (NaCl)	Naranja tenue
Sal de cloruro 2 (KCl)	Azul-violeta intenso
Sal de cloruro 3 (CaCl <sub>2</sub> )	Rojo brillante

Fuente: Elaboración propia (2025).

### **II.II REACCIONES QUÍMICAS**

**Tabla No.2**

Reacciones químicas observadas

<b>Descripción</b>	<b>Ecuación Química</b>
combustión del Metanol	$2 \text{CH}_3\text{OH(l)} + 3 \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2 \text{CO}_2\text{(g)} + 4 \text{H}_2\text{O(g)}$

Fuente: Elaboración propia (2025).

### **II.III OBSERVACIONES**

**Tabla No.3**

Observaciones

<b>Procedimiento</b>	<b>Observaciones</b>
Sal de cloruro 1 (NaCl)	El polvo blanco cristalino quedó recubierto por un fino film de metanol incoloro; al aproximar la llama, se observó un resplandor naranja suave y continuo, con bordes bien definidos y sin emisión perceptible de humo. Al retirar la muestra, el crisol se sintió cálido al tacto y el sólido conservó su textura original.

Sal de cloruro 2 (KCl)	La muestra humedecida produjo gotas que destacaron el brillo del sólido; la llama adquirió un tono violeta-azulado intenso con un parpadeo rítmico, sin desprender hollín ni cambios en el olor. Tras apagar, quedó una ligera capa de ceniza de color pálido en la base de la cápsula.
Sal de cloruro 3 (CaCl <sub>2</sub> )	Con pocas gotas de metanol, la combustión generó una llama rojo-anaranjada profunda, con variaciones de intensidad y un leve crepitante suave. Se percibió un tenue aroma alcohólico residual. Al enfriarse, el residuo se mantuvo granulado y sin signos de fusión ni descomposición aparente.

**Fuente:** Elaboración propia (2025).

### **III. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **1. Verificar la variación cromática de cada sal de cloruro al exponerla a la llama, empleando metanol como agente de ignición y evitando contaminación cruzada.**

En la presente práctica de laboratorio se verificó la variación cromática distintiva de tres sales de cloruro mediante la prueba de llama, utilizando metanol como agente para la combustión. Los resultados obtenidos mostraron que cada una de las sales analizadas produjo una coloración característica: el NaCl generó una llama naranja fuerte, el KCl produjo una coloración azul y el CaCl<sub>2</sub> manifestó un color rojo. Estas observaciones permitieron la identificación cualitativa de los cationes presentes en cada una de las sales estudiadas.

La base científica de estas variaciones cromáticas se encuentra en el comportamiento de los electrones de los átomos metálicos cuando son sometidos a la energía térmica de la llama. Según Chang y Goldsby (2018), cuando los electrones de valencia de los átomos metálicos absorben energía, se excitan a orbitales de mayor energía y, al regresar a su estado fundamental, emiten fotones con energías específicas que se manifiestan como colores característicos. En el caso del sodio, esta emisión ocurre predominantemente a 589 nm, produciendo el intenso color naranja-amarillo observado. Por su parte, Brown et al. (2014) explican que el potasio emite principalmente en la región violeta-azul del espectro debido a sus transiciones electrónicas específicas, mientras que el calcio genera emisiones en la región roja.

El empleo del metanol como medio de ignición resultó adecuado para este análisis cualitativo debido a sus propiedades fisicoquímicas. Como señalan Atkins y Jones (2015), los alcoholes de cadena corta como el metanol proporcionan una combustión relativamente limpia y uniforme, facilitando la excitación de los átomos metálicos sin introducir emisiones que pudieran interferir significativamente con la observación de los colores característicos. Además, el metanol actúa como un vehículo eficaz para dispersar las partículas de sal en la llama, mejorando la reproducibilidad del ensayo y permitiendo una observación más clara de los colores emisivos.

#### **2. Analizar la influencia de la limpieza y el adecuado manejo de los instrumentos en la confiabilidad de los resultados obtenidos.**

El análisis de los procedimientos empleados durante la práctica reveló que el rigor aplicado en la limpieza y manipulación de los instrumentos fue crucial para garantizar la confiabilidad de los resultados obtenidos. La meticulosa limpieza de la espátula y la varilla de agitación entre cada determinación, así como el uso de cápsulas de porcelana independientes para cada sal, permitieron minimizar las posibilidades de contaminación cruzada y obtener coloraciones nítidas y distintivas para cada muestra.

Petrucci et al. (2017) destacan que la prueba de llama es extremadamente sensible a la contaminación, particularmente para elementos como el sodio, que puede detectarse en concentraciones tan bajas como 0.1 ppm. Esta alta sensibilidad implica que incluso trazas mínimas de una sal en los

instrumentos podrían generar resultados falsos positivos o enmascarar la coloración de otros elementos presentes. Burns (2013) enfatiza que el ion sodio, por ejemplo, produce una emisión particularmente intensa que puede dominar sobre otras emisiones más débiles, como las del potasio o el calcio, dificultando su identificación si no se eliminan completamente los residuos entre determinaciones.

La importancia del manejo adecuado de los instrumentos se extiende también a la toma de muestra. Silberberg (2017) señala que cantidades excesivas de sal pueden saturar la llama, alterando su temperatura y, consecuentemente, modificando los patrones de emisión esperados. Por otro lado, cantidades insuficientes podrían resultar en emisiones demasiado débiles para ser detectadas visualmente. El protocolo seguido en esta práctica, utilizando cantidades similares a un grano de arroz de cada sal, proporcionó la concentración adecuada para observar claramente los colores característicos sin saturar la llama ni comprometer la sensibilidad del análisis.

### **3. Relacionar la coloración generada por cada sal con los iones presentes, elaborando conclusiones sobre la composición cualitativa de las muestras.**

La relación entre las coloraciones observadas y la identidad de los iones presentes permitió establecer conclusiones precisas sobre la composición cualitativa de las tres sales analizadas. La llama naranja fuerte del NaCl, la coloración azul del KCl y el color rojo del CaCl<sub>2</sub> confirmaron la presencia de los cationes Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> y Ca<sup>2+</sup>, respectivamente, demostrando la utilidad de la prueba de llama como método analítico cualitativo para la identificación de metales alcalinos y alcalinotérreos.

De acuerdo con Petrucci, Harwood y Herring (2017), la especificidad de estos colores se fundamenta en las configuraciones electrónicas únicas de cada elemento. El sodio (1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>1</sup>) emite su característica luz amarilla-naranja debido principalmente a la transición del electrón de valencia desde el estado excitado 3p al estado fundamental 3s. Chang y Goldsby (2018) explican que el potasio (1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup> 3p<sup>6</sup> 4s<sup>1</sup>) produce su distintiva coloración azul-violácea por transiciones desde estados 4p a 4s, mientras que, según Brown et al. (2014), el calcio (1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup> 3p<sup>6</sup> 4s<sup>2</sup>) genera su característico color rojo debido a transiciones electrónicas específicas entre sus orbitales.

Es importante señalar las limitaciones inherentes a esta técnica. Atkins y Jones (2015) advierten que ciertos elementos pueden producir coloraciones similares, dificultando su diferenciación mediante observación visual directa. Además, Burns (2013) menciona que factores como la temperatura de la llama, la concentración de la muestra y la presencia de interferentes pueden afectar la intensidad y el tono exacto del color observado. Silberberg (2017) complementa esta idea señalando que técnicas instrumentales como la espectroscopía de emisión atómica ofrecerían mayor precisión al cuantificar las longitudes de onda específicas emitidas por cada elemento. No obstante, para los fines cualitativos de esta práctica, la prueba de llama demostró ser un método eficaz y directo para la identificación preliminar de los cationes presentes en las sales estudiadas, constituyendo una valiosa herramienta didáctica para comprender los principios fundamentales de la química analítica cualitativa y la estructura electrónica de los átomos.

## IV. CONCLUSIONES

- Se identificó la coloración característica de cada catión en la prueba de llama: NaCl produjo una llama naranja tenue, KCl presentó un tono azul–violeta y CaCl<sub>2</sub> emitió una llama rojiza al emplear pocas gotas de metanol.
- Se comprobó que la limpieza rigurosa de la espátula, varilla y cápsulas entre muestras es fundamental para evitar contaminación cruzada y garantizar la fiabilidad de las observaciones.
- Se demostró que la prueba de llama es un método rápido y accesible para la detección cualitativa de iones metálicos, aportando información valiosa en el análisis preliminar de muestras.

## **V.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

### **VI.I REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Brown, T., Lemay, H., Bursten, B., & Murphy, C. (2014). Química: La ciencia central (12<sup>a</sup> ed.). Editorial Pearson Education. Recuperado de <https://www.udocz.com/apuntes/903615/brown-quimica-la-ciencia-central-12va-edicion>
2. Chang, R., & Goldsby, K. (2018). Chemistry (13th ed.). McGraw-Hill. Recuperado de <https://archive.org/details/Chemistry13thEditionChang>
3. Petrucci, R. H., Herring, F. G., Madura, J. D., & Bissonnette, C. (2017). General Chemistry: Principles and Modern Applications (11th ed.). Pearson Education. Recuperado de <https://archive.org/details/GeneralChemistryPetrucci11th>
4. Atkins, P., & Jones, L. (2015). Chemical Principles: The Quest for Insight (6th ed.). W.H. Freeman. Recuperado de <https://archive.org/details/AtkinsJonesChemicalPrinciples6th>
5. Silberberg, M. (2017). Principles of General Chemistry (4th ed.). McGraw-Hill. Recuperado de <https://archive.org/details/PrinciplesOfGeneralChemistry4thSilberberg>
6. Burns, R. (2013). Fundamentos de Química. Pearson Educación. Recuperado de [https://quimica247403824.wordpress.com/wpcontent/uploads/2018/11/fundamentos\\_de\\_la\\_quimica2.pdf](https://quimica247403824.wordpress.com/wpcontent/uploads/2018/11/fundamentos_de_la_quimica2.pdf)
7. Petrucci, H., Harwood, W., y Herring, F. (2017). Química General. Pearson Educación. Recuperado de [https://quimica247403824.wordpress.com/wpcontent/uploads/2018/11/quimica\\_general\\_petrucci.pdf](https://quimica247403824.wordpress.com/wpcontent/uploads/2018/11/quimica_general_petrucci.pdf)

### **VI.II REFERENCIAS ELECTRÓNICAS**

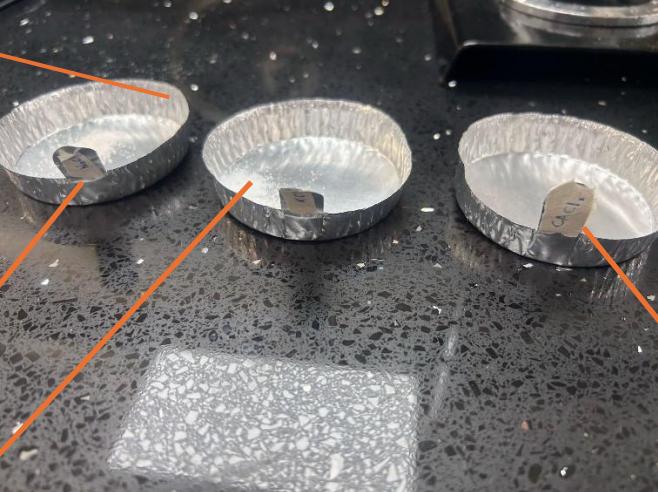
8. Optima Scale. (2024). OPH-T Precision Balances. <https://www.optimascale.com/product-page/oph-t-precision-balances>
9. Granja, L. (2025). *Manual de laboratorio de química básica*. Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Química, Área de Química. Primer Semestre 2025. Aprobado por Francisco Martínez.

## VI. APÉNDICE

### VI.I DIAGRAMA DE EQUIPO

Tabla No.4

Diagrama de equipo de la prueba de llama

Sistema de Prueba de llama para Identificación de Cationes
Figura No.1
Montaje de soporte universal, anillo de hierro, embudo y papel filtro
 <p>Envase de Aluminio</p> <p>Sal de cloruro 1 (NaCl)</p> <p>Sal de cloruro 2 (KCl)</p> <p>Sal de cloruro 3 (CaCl<sub>2</sub>)</p>
Fuente: Elaboración propia (2025).
Consideraciones del sistema
<b>Consideraciones de montaje:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Asegurarse de que el mechero esté firme y correctamente conectado a la línea de gas.</li><li>• Distribuir las tres cápsulas de porcelana sobre la base del soporte universal, dejando espacio suficiente para acercar la llama sin riesgo.</li><li>• Rotular las cápsulas con masking-tape antes de colocar la sal y fijar el frasco de metanol de modo que su gotero esté fácilmente accesible.</li><li>• Mantener la varilla y la espátula en posición limpia, secas y separadas para cada muestra, evitando que se crucen.</li></ul>
<b>Consideraciones de operación:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Utilizar fósforos largos para encender la mezcla: sostén el fósforo con cuidado, enciéndelo y acércalo brevemente a la porción de sal humedecida con metanol.</li></ul>

- Mantén el fósforo en ángulo ( $\sim 45^\circ$ ) para controlar mejor la llama y reduce el tiempo de exposición a unos 3–5 s para evitar sobrecalentamiento.
- Agregar aproximadamente diez gotas de metanol a cada cápsula y mezclar suavemente con la varilla, asegurando distribución uniforme.
- Extender el tiempo de exposición de cada muestra a la llama por no más de 3 – 5 s para observar la coloración sin sobrecalentar el crisol.
- Evitar inhalar los vapores; trabajar con campana encendida o con extracción local si está disponible.
- Mantener guantes de neopreno y gafas de seguridad durante todo el procedimiento.

**Fuente:** Elaboración propia (2025).

## VI.II DATOS OBTENIDOS

N/A

## VI.III DATOS CALCULADOS

N/A

## VI.IV MUESTRA DE CALCULO

N/A

## VI.V ANÁLISIS DE ERROR

N/A

## VII. ANEXOS

