

**EJE TEMÁTICO:** Enseñanza de temas de Química Analítica y Química Ambiental

## **ADAPTACIÓN DE UN TRABAJO CIENTÍFICO A UN TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO PARA FAVORECER LA INTEGRACIÓN DE CONCEPTOS PREVIOS**

### **TRANSFORMING A SCIENTIFIC ARTICLE INTO A PRACTICAL LABORATORY WORK TO STIMULATE THE PREVIOUS KNOWLEDGE INTEGRATION**

**Belén Pistonesi<sup>1</sup>, Natalia Moreno<sup>1</sup>, Francisco Ávila Orozco<sup>1</sup>, Carolina Di Anibal<sup>1,2</sup>, Claudia Domini<sup>1,2</sup> y Mariano Garrido<sup>1,2\*</sup>**

1- *Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina*

2- *Instituto de Química del Sur, INQUISUR, UNS-CONICET, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina*

\**Email:mgarrido@uns.edu.ar*

## **RESUMEN**

Esta propuesta didáctica consiste en la adaptación de un trabajo científico en un trabajo práctico de laboratorio. Particularmente, los estudiantes decidieron determinar ciclamato de sodio en diferentes bebidas de bajo contenido calórico. Para ello, transformaron un método turbidimétrico automatizado mediante la técnica de inyección en flujo (FIA) en un método en batch. De esta manera, los estudiantes desempeñaron un papel más activo en su aprendizaje utilizando los conocimientos aprendidos en otras asignaturas previas.

**PALABRAS CLAVE:** conceptos previos, integración de contenidos, ciclamato de sodio

## **INTRODUCCIÓN**

Durante el último mes de clases, en la asignatura Prácticas de Química Analítica, los estudiantes sugieren diferentes temas de investigación que surgen de su curiosidad por analizar diferentes compuestos en muestras de su interés. A lo largo del trabajo de laboratorio, es posible observar el desarrollo del pensamiento científico y la autonomía que adquirieron durante los primeros meses de clases. Esta forma de trabajo ayuda al docente a observar cómo influye la metodología de enseñanza en el aprendizaje y las actitudes del alumnado.

El trabajo que los estudiantes desarrollaron, de forma grupal, en el laboratorio estuvo basado en una publicación del año 2005 [1]. El ciclamato de sodio fue seleccionado por los estudiantes tanto por su importancia social como por la complejidad que lleva su determinación. Actualmente, los edulcorantes artificiales son una opción no calórica a los azúcares que son ampliamente utilizados en todo el mundo. Estos aditivos desempeñan un papel importante en la industria alimentaria, se los utilizan generalmente para aumentar la calidad y la seguridad de los productos. El ciclamato de sodio fue sintetizado por primera vez en 1937 y se lo utiliza como edulcorante artificial desde 1950. Este edulcorante se emplea, no solo en bebidas dietéticas y endulzantes de mesa, sino

***Asociación Química Argentina.***

---

también en productos farmacéuticos, pastelería, postres, lácteos, caramelos, mermeladas y confites.

El *ácido ciclámico*, comúnmente llamado ciclamato presenta un poder endulzante entre 30 a 40 veces mayor que la sacarosa. Comercialmente, existen las sales de sodio y calcio, pero comúnmente es utilizada la sal de sodio la cual se obtiene por sulfonación de ciclohexilamina con ácido clorosulfónico, en presencia de hidróxido de sodio.

Este edulcorante tiene la ventaja de ser económico, recomendado para diabéticos, apto para cocinar y de sabor agradable. La mayor desventaja que presenta es que no es considerado un aditivo alimentario sin riesgos. En la década de los 70 numerosos países, incluyendo Canadá, Estados Unidos e Inglaterra, prohibieron el uso del ciclamato de sodio como aditivo, sin embargo otros confirman su inocuidad, lo cual es actualmente tema de discusión. Existen numerosos métodos analíticos para la determinación cuantitativa de ciclamato de sodio en muestras de alimentos [2,3], siendo uno de ellos la turbidimetría [1].

El objetivo de esta propuesta fue favorecer la integración de conceptos estudiados en asignaturas anteriores involucradas en la carrera de Licenciatura en Química. Previamente, los alumnos cursaron la asignatura Bromatología para Químicos que incluye temas referidos a aditivos alimentarios, y Quimiometría que establece las bases de la estadística y el diseño de experimentos y Química Analítica Instrumental, en la cual estudian diferentes técnicas analíticas. Esta forma de trabajo colaborativa pretende evitar la fragmentación de los contenidos, movilizándolos para la construcción de nuevos conocimientos que den respuesta a problemáticas reales de su futura vida profesional. Algunos investigadores observan que cada vez más la enseñanza de la Química se encuentra bajo el paradigma constructivista y que la actividad investigativa en los alumnos promueve prácticas de laboratorio con mayor creatividad [4].

Estamos convencidos de que este tipo de propuestas surgidas del interés del alumno posibilitan que hagan suya la problemática estudiar y propician la investigación intencional del aprendizaje. Esto coincide con el pensamiento de varios autores [5,6]

## **B. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTOS**

Según Molina y colaboradores, el trabajo en el laboratorio es un instrumento para desarrollar actitudes positivas que mejoran el proceso de aprendizaje de las ciencias [7]. A este proceso se lo define como aprendizaje activo en el cual el estudiante está directamente involucrado; lo que algunos autores denominan “actores activos” [8]. Lopez et al. manifiestan que los trabajos de laboratorios son muy importantes en el aprendizaje de las ciencias, ya que el alumno logra un aprendizaje significativo al solucionar problemas reales [9].

El término “significativo”, hace referencia a situaciones capaces de movilizar al alumno, dándole sentido a lo que aprende. Esto genera la motivación necesaria para que el alumno se involucre y ponga mayor empeño en los aprendizajes. Díaz Barriga y Hernández Rojas [10] la consideran un pilar importante para un aprendizaje significativo. Esto ayuda a preparar a los estudiantes para el mundo laboral.

## **C. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA/INVESTIGACIÓN EDUCATIVA**

En este trabajo se desarrolla un método analítico para determinar ciclamato de sodio en bebidas y productos edulcorantes utilizando para la determinación un sistema por

inyección en flujo. Los estudiantes, reunidos en grupos, deciden llevar a cabo la determinación de ciclamato pero en forma no automatizada. Para ello, se decide un programa de actividades que involucra la integración de una serie de contenidos (reacciones químicas, diseño de experimento, turbidimetría y soluciones) y que tiene por objetivo determinar el ciclamato de sodio que es un aditivo en distintos productos alimenticios.

En el trabajo del laboratorio los alumnos pueden encontrar posibles soluciones a situaciones reales desarrollando un proceso de pensamiento científico, con el objetivo de mejorar sus actitudes, y permitiendo que elaboren hipótesis, conclusiones y posibles predicciones.

Los estudiantes se agruparon en grupos reducidos (dos o tres alumnos). Como se puede observar en la Figura 1: Primero los estudiantes plantearon el tema a desarrollar, en este caso en particular fue aditivos en alimentos y específicamente ciclamato de sodio. Luego investigaron sobre el tema a desarrollar haciendo uso de la biblioteca virtual como Scopus que es una base de datos bibliográfica o- Scholar que es un buscador de Google especializado en literatura científico-académica. Luego, bajo la supervisión del profesor discuten acerca del método que van a desarrollar en el laboratorio (ejemplo: Métodos batch) esto tiene como objetivo que introduzcan aspectos científicos relacionados con el área de trabajo. Ellos han estudiado previamente en Quimiometría diseños de experimentos tanto teoría como problemas, de esta manera pueden aplicar los conocimientos y desarrollar diferentes diseños de experimentos. Ellos aplicaron un diseño Plackett-Burman para seleccionar cuales de las variables afectan al proceso y luego un diseño factorial completo para poder observar cuáles son las interacciones entre las variables. Posteriormente, los alumnos realizan una monografía con una breve introducción, parte experimental, luego presentan los resultados y la discusión y por último las conclusiones que llegan luego de realizar el trabajo. Luego, realizan una exposición oral del tema y se discute el trabajo con sus compañeros y docente.



Figura 1: DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

## **D. EXPECTATIVAS DE LA PROPUESTA Y/O EVALUACIÓN DE LA MISMA**

Aunque el proceso de evaluación no es sencillo esta forma de trabajo facilita el proceso de evaluación. Se puede realizar dicho proceso en forma continua hemos observado que en las primeras actividades tienen inseguridades como en la preparación de una solución, en los cálculos y en el último mes de trabajo ellos son capaces de proponer soluciones a las complicaciones que se generan diariamente en el laboratorio.

## **E. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Según el Código Alimentario Argentino, un aditivo se define como: Cualquier sustancia o mezcla de sustancias que directa o indirectamente modifiquen las características físicas, químicas o biológicas de un alimento, a los efectos de su mejoramiento, preservación, o estabilización, siempre que:

- a) Sean inocuos por sí mismos o a través de su acción como aditivos en las condiciones de uso.
- b) Su empleo se justifique por razones tecnológicas, sanitarias, nutricionales o psicosensoriales necesarias.
- c) Respondan a las exigencias de designación y de pureza que establezca este Código.

El método que se utilizó se basó en la oxidación del grupo sulfamato presente en el ciclamato a sulfato. Luego el sulfato se hace reaccionar con  $\text{BaCl}_2$ , para formar una suspensión de  $\text{BaSO}_4$  y medir la señal turbidimétrica.

Debido a que la información fue extraída de un trabajo científico que utilizaba un sistema automatizado por inyección en flujo (FIA) con detección turbidimétrica, las concentraciones que se utilizaban en el mismo difieren con el trabajo desarrollado en "batch". Por este motivo, se decidió realizar un diseño experimental y optimizar los factores para conocer las cantidades adecuadas que se deben utilizar para cada reactivo.

Se realizó el diseño Plackett Burman teniendo en cuenta todos los factores involucrados como cantidad de glicerina, concentraciones de reactivos, temperaturas etc. estableciendo los niveles del diseño en un bajo (-1) y uno alto (+1). A partir de los resultados del diseño se pudo observar que las concentraciones de ácido y la cantidad de glicerina agregadas afectan a la señal turbidimétrica. Luego se aplicó un diseño Factorial Completo (FC).

Con la realización de estos diseños se pudieron obtener las cantidades óptimas de cada uno de los reactivos y parámetros (temperatura, tiempo de reacción, tiempo de agitación) necesarios para llevar a cabo la determinación, obteniendo la mejor señal turbidimétrica.

El rango lineal para el método es desde 50 a 120 ppm de ciclamato de sodio. La longitud de onda de trabajo fue 420 nm.

La muestra estudiada fueron edulcorantes cuyo contenido de ciclamato de sodio se encuentra en el rotulo del alimento. Se tomaron 52  $\mu\text{L}$  de muestra y se la trató de la misma forma que a los testigos, y posteriormente se midió la turbidez.

## **G. CONCLUSIONES**

Desde el punto de vista docente, esta forma de trabajo hace que el alumno participe en forma activa construyendo sus conocimientos utilizando los contenidos previos. Los estudiantes llegaron a la conclusión que en nuestro país, el Código Alimentario Argentino, establece que la Ingesta Diaria Admisibles, IDA, para el ciclamato de sodio es de 11 mg/kg de peso corporal.

Teniendo en cuenta que una porción de este edulcorante contiene 13,0 mg de ciclamato de sodio, concluimos que sería muy difícil que un adulto sobrepase el IDA establecido.

## **REFERENCIAS**

- [1]. Llamas, N. E., Di Nezio, M. S., Palomeque, M. E., & Band, B. S. F. (2005). Automated turbidimetric determination of cyclamate in low calorie soft drinks and sweeteners without pre-treatment. *Analytica chimica acta*, 539(1), 301-304.
- [2]. Zygler, A., Wasik, A., & Namieśnik, J. (2009). Analytical methodologies for determination of artificial sweeteners in foodstuffs. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 28(9), 1082-1102.
- [3]. Hashemi, M., Habibi, A., & Jahanshahi, N. (2011). Determination of cyclamate in artificial sweeteners and beverages using headspace single-drop microextraction and gas chromatography flame-ionisation detection. *Food chemistry*, 124(3), 1258-1263.
- [4]. Melo, L., & Sánchez, R. (2017). Análisis de las percepciones de los alumnos sobre la metodología flipped classroom para la enseñanza de técnicas avanzadas en laboratorios de análisis de residuos de medicamentos veterinarios y contaminantes. *Educación Química*, 28(1), 30-37.
- [5]. Muñoz-Osuna, F. O., Arvayo-Mata, K. L., Villegas-Osuna, C. A., Cota-Hugues, K., Ortega-del-Casillo, M., & Salazar-Fuentes, A. G. (2013). Actitudes que propician el aprendizaje de la Química en estudiantes universitarios conforme avanzan en la carrera. *Educación Química*, 24, 529-537.
- [6]. López, B. G., Pérez, C. P., Carbonell, B. S., Peris, F. S. I., & Ros, I. R. (2007). Actitudes ante el aprendizaje y rendimiento académico en los estudiantes universitarios. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42(1), 6
- [7]. M. F. Molina, J. G. Carriazo, and D. M. Farías, "Aprendiendo estequiometría a través de proyectos de investigación en el laboratorio de química general. De la teoría a la práctica en enseñanza por investigación", en II Coloquio Investigación e Innovación en la Enseñanza de las Ciencias. Universidad Católica de Colombia, 28 y 30 de mayo del 2008
- [8]. M. Prince, "Does active learning work? A review of the research." *Journal Of Engineering Education -Washington-93*, 223-232, 2004, G. Huber, "Aprendizaje activo y metodologías educativas Active learning and methods of teaching." *Tiempos de cambio universitario en* 59, 2008
- [9]. López, I. S., Balbuena, L. M., Lino, A. C., Coronel, M. A. G., & Hernández, A. J. (2014, November). La investigación como estrategia didáctica en el laboratorio de química bioinorgánica. In *Congreso Virtual sobre Tecnología, Educación y Sociedad* (Vol. 1, No. 2).]
- [10]. Díaz Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, G. (2010). *Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo. Una interpretación constructivista.* (3ª. ed.). México: cGraw-Hill