

## “EL TRABAJO DE LABORATORIO COMO INTEGRACIÓN DE SABERES ENTRE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA QUÍMICA PARA FAVORECER LAS COMPETENCIAS.”

Molina, Marcelo ·; Centenac, Adriel ·; Yrastorza, Federico ·; Tarditto, Lorena ·; Cattalano, Estela ·

· Departamento de Tecnología Química-Facultad de Ingeniería-Universidad Nacional de Río Cuarto-  
e-mail: marcelo.s.molinal@gmail.com

### Resumen

El objetivo de este trabajo es describir la implementación, en la asignatura Operaciones Unitarias III de la carrera de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería de la UNRC, de actividades prácticas a escala laboratorio en torno a experiencias que aproximan a problemáticas reales a resolver por los estudiantes a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje. De esta forma, se brindan espacios para superar la fragmentación del conocimiento y la disociación del aprendizaje, promoviendo la apropiación de conocimientos interdisciplinarios, las habilidades de trabajo en equipo y la colaboración entre pares.

La metodología se basa en el trabajo en grupo con estudiantes del ciclo 2023 del cuarto y quinto año, quienes realizaron la puesta en marcha, operación y parada de un equipo de lixiviación de lecho fijo construido en el taller del Dpto. de Tecnología Química (DTQ). La práctica incluye también la discusión de variables a medir para una situación de experiencia práctica en la determinación de la concentración de azúcar de remolacha extraída por lixiviación.

Es una metodología activa que atraviesa en forma longitudinal y vertical el espacio de la asignatura mediado entre pares y con un trayecto de conocimientos avanzados, aportando a la construcción gradual del conocimiento significativo y favoreciendo la formación por competencias. Como resultado se obtiene una motivación positiva entre estudiantes adquiriendo la integración de saberes mediante los procedimientos de trabajo y actitudes de los grupos de trabajo.

**Palabras clave:** Lixiviación, trabajo de laboratorio, transversalidad, competencias.

### INTRODUCCIÓN

La formación por competencias implica el aprendizaje a través de los procesos de apropiación y profundización disciplinar de los conceptos. El estudiante aprende a saber, luego aprende a conocer, a hacer, a emprender, y durante toda la vida aprende a ser.

Dentro de la variedad de aprendizajes que tienden a integrar los procesos de enseñanza-aprendizaje, centrados en el estudiante, de forma significativa se encuentran los trabajos de laboratorios (TL).

Los TL ponen el protagonismo en el uso y manipulación directa con el objeto de ilustrar fenómenos físicos conocidos, los cuales permiten alcanzar diferentes objetivos y desarrollar destrezas y técnicas de laboratorio, conocimiento conceptual y metodología científica [1].

El presente artículo, describe la implementación de un trabajo práctico experimental a escala laboratorio,

para modelar de mejor manera la enseñanza-aprendizaje e incentivar a la construcción de ideas propias con la aplicación de los conocimientos en la práctica, organizando las tareas, tomando decisiones y trabajando en equipo mediante un razonamiento crítico y reflexivo.

Los métodos industriales que se emplean para la obtención de azúcar dependen de la materia prima que se utilice. En la remolacha se realiza por lixiviación.

El agua representa un 75 % del peso de la raíz de remolacha, mientras que el 25 % restante constituye el extracto seco de la raíz. Entre los constituyentes orgánicos son azúcares, principalmente sacarosa [2].

La lixiviación se realiza con agua caliente. En esta operación los compuestos solubles se obtienen a partir de una matriz sólida, insoluble y permeable mediante el contacto con un solvente en donde el soluto es soluble [3].

A nivel industrial esta operación puede realizarse bajo distintas formas: en un proceso por lote, semi continuo o continuo, con corrientes cruzadas, contracorriente u otros modos de contacto. Es común modelar las etapas de lixiviación, en base a los balances de masa (línea de operación) y las relaciones de equilibrio con el fin de determinar concentraciones y flujos de interés. En lixiviación, sin embargo, se requiere una relación adicional que considere la cantidad de líquido retenida por la fase sólida, lo cual tiene una especial relevancia cuando la operación se realiza en múltiples etapas.

En una lixiviación ideal, todo el soluto se disuelve y la concentración de soluto en el lixiviado sería la misma en cada etapa. Sin embargo, lo más probable es que no se logre entre el sólido y el disolvente un tiempo suficiente para que ocurra la difusión completa del soluto y el agua, donde es más sencillo utilizar condiciones de “equilibrio práctico” y los datos se toman en un determinado momento donde el tiempo para cada equilibrio puede ser menor que el necesario para lograr el equilibrio verdadero, por lo cual dichos datos son válidos para las condiciones en que se obtienen. En el caso particular de un lixivador de lecho fijo, la densidad y viscosidad del disolvente puede variar con la concentración del soluto, con el nivel de inundación en que se trabaje, y afectará la capacidad de la fase sólida para drenar. Además, también cambia la capacidad de la fase sólida para retener líquidos debido al hinchamiento de los tejidos vegetales, cambios en la porosidad, entre otros factores, a medida que los sólidos progresan de una etapa a otra o durante la operación continua [4].

Por lo tanto, el tiempo necesario para alcanzar el equilibrio o acercarse a él, dependerá del tamaño de las partículas del sólido, de la temperatura de extracción, del caudal del disolvente de lavado, entre otros. Estas variables afectan la tasa de extracción de solutos y la eficiencia de la operación. Así, obtener una primera aproximación al estudio de la lixiviación de remolacha en un equipo de lecho fijo permite evaluar la viabilidad de recuperación de otros solutos de valor comercial y comprobar la idoneidad del modelo propuesto.

## OBJETIVOS

El objetivo general es promover la apropiación y reconstrucción de conocimiento, que permite hacer conscientes las ideas previas y contrastar con datos empíricos para fortalecer las competencias del trabajo colaborativo asumiendo roles.

Los objetivos específicos del TL fueron verificar el funcionamiento, las condiciones de uso del equipo y determinar la concentración de azúcar en función del tiempo y el porcentaje de rendimiento obtenido para la muestra.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En la experiencia, “extracción de azúcar a partir de la remolacha mediante un lixivador de lecho fijo”, se estudió el sistema agua-remolacha azucarada, considerando las variables de área superficial, disolvente de extracción, temperatura de operación, índice de refracción, caudal, concentración, rendimiento y formas de operación.

La planificación y diseño TL inició con la participación de dos estudiantes que cursaron la asignatura durante el 2022, quienes fueron los responsables de la construcción del equipo (ver Figura 1) en conjunto con los docentes y no docente del DTQ. A continuación, se realizó la puesta a punto del modo de operación y se elaboró el instructivo.

El instructivo cuenta con 4 etapas (E):

- E1: Acondicionamiento del sistema de lixiviación. Etapa inicial a cargo de los estudiantes de quinto año y bajo la observación de los docentes, para que los estudiantes de cuarto año se enfoquen en las siguientes etapas.
- E2: Puesta en marcha. Cada grupo debió debatir la forma de organización de las tareas y asumir el rol para cada puesto de trabajo en esta etapa y las siguientes.
- E3: Operación. Esta etapa consistió en la preparación del sólido, lixiviación y análisis de las muestras extraídas.
- E4: Parada y limpieza.

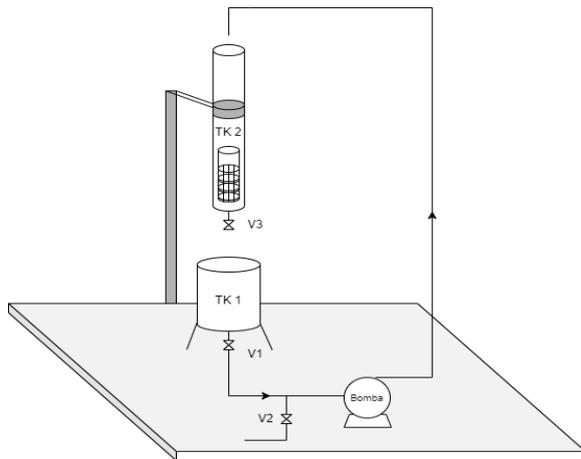


Figura 1: Esquema del sistema de lixiviado.

Referencias: TK1 = Tanque receptor principal con resistencia. TK2 = Columna de extracción con cesta para sólidos. V1 = Válvula de paso general. V2 = Válvula para descarte. V3 = Válvula de paso de la columna. B1= Bomba centrífuga.

La metodología de trabajo para la implementación del TL con los estudiantes de cuarto año que cursaron por primera vez Operaciones Unitarias III en el 2023, se organizó en cuatro equipos de trabajo con un máximo de 6 integrantes, bajo la guía de los dos estudiantes colaboradores y la observación de los docentes.

Para la evaluación se empleó una lista de cotejo para una valoración final del desempeño de los estudiantes. La lista de cotejo posee dos instancias de evaluación, una el desarrollo y ejecución del TL y otra la elaboración del informe, mediante tres niveles de desempeño: logrado (L), parcialmente logrado (PL) y no logrado (NL). Los criterios fueron:

En la experiencia en el laboratorio:

- C<sub>1</sub>: Cumplieron con las normas de higiene y seguridad.
- C<sub>2</sub>: Trabajaron de forma colaborativa.
- C<sub>3</sub>: Cumplieron con los roles e instrucciones del procedimiento, manteniendo el orden y la limpieza del lugar de trabajo.

Y en el informe de laboratorio:

- C<sub>4</sub>: Emplearon vocabulario técnico a lo largo del informe escrito.
- C<sub>5</sub>: Realizaron un correcto tratamiento de los datos.

- C<sub>6</sub>: Interpretaron los resultados correctamente y elaboraron conclusiones propias.

## RESULTADOS

La lista de cotejo de la Tabla 1, es un resumen de lo observado en el desarrollo y ejecución del TL, junto a la elaboración del informe.

Tabla 1: Lista de cotejo con resultados de los estudiantes por equipo de trabajo.

	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	G <sub>3</sub>	G <sub>4</sub>
C <sub>1</sub>	L	PL	L	L
C <sub>2</sub>	PL	L	L	L
C <sub>3</sub>	L	L	L	L
C <sub>4</sub>	PL	L	NL	L
C <sub>5</sub>	L	L	PL	L
C <sub>6</sub>	L	L	L	L

Los criterios de evaluación involucraron las dimensiones del conocer en el dominio de conceptos e interpretación de resultados, del hacer, del convivir y del ser en cuanto a lo actitudinal y motivacional.

Entre las opiniones de valoración de los estudiantes se encuentran frases tales como “Definir los roles permitió mayor organización dentro del laboratorio y poder realizarlo en el tiempo estipulado. Destacamos el acompañamiento de los ayudantes para comprender la finalidad de la experiencia.”

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La utilización de trabajos prácticos a escala laboratorio, que van más allá de la manipulación de equipos, accesorios e instrumentos de medición y aplicación de un procedimiento con instrucciones previas y que se orienten a construir aprendizajes conceptuales, procedimentales y actitudinales, es decir, procesos de enseñanza-aprendizaje donde entre estudiantes interactúen mutuamente construyendo su propio conocimiento y organizando las tareas y tiempos mediados por una comunicación efectiva de forma participativa con la transversalidad de un estudiante avanzado explicando y asumiendo el rol de explicar-guiar-coordinar, brindó resultados satisfactorios con una valoración positiva en los estudiantes.

## BIBLIOGRAFÍA

[1] Fernández, N. Los Trabajos Prácticos de Laboratorio por investigación en la enseñanza de la Biología. 2013. Revista de Educación en Biología, Vol. 16 No 2, pg.15-30.

[2] Baquero Franco, José. La industria del azúcar de remolacha. Hojas divulgadoras Número 8/87. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Dirección General de Investigación y Capacitación Agrarias. Madrid.

[3] Perry, R.H., Green, D.W., Maloney, J.O., 1997. Perry's Chemical Engineers' Handbook, 7th ed. McGraw-Hill, New York.

[4] Offeman, R.D., Dao, G.T., Holtman, K.M., Orts, W.J. Leaching behavior of water-soluble carbohydrates from almond hulls. 2014. Industrial Crops and Products.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.10.036>.

