

Metodología de la enseñanza basada en las competencias aplicada a un proceso biotecnológico de ingeniería química

Elisa Inés Benítez^{a,b}, Nancy María Jimena Martínez-Amezaga^{a,b} & María del Rosario Acquisgrana^a

^a Laboratorio de Química Teórica y Experimental (Quitex), Facultad Regional Resistencia, Universidad Tecnológica Nacional, Resistencia, Argentina.
ebenitez@frre.utn.edu.ar

^b Iquiba-Nea, Conicet, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina.

Resumen—

En este trabajo se presentan los resultados de la integración de varias operaciones y procesos unitarios de ingeniería química aplicados a la elaboración de cerveza. El grupo de investigación Quitex (Química teórica y experimental), dependiente de la Facultad Regional Resistencia de la Universidad Tecnológica Nacional, lleva a cabo proyectos orientados a las operaciones de filtración y estabilización de cerveza. Por lo tanto, se pensó en un curso para estudiantes de grado de la carrera de Ingeniería Química que involucrara no sólo las operaciones básicas de elaboración de dicha bebida sino también las de refinación, embotellado y pasteurización, para el 14º Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería Química (Coneiq). Esta experiencia fue un claro ejemplo de cómo aplicar la metodología de la enseñanza basada en competencias con mucho entusiasmo y éxito por parte de los alumnos y docentes.

Palabras Clave—ingeniería química, integración, cerveza y competencia.

Recibido: 15 de octubre de 2015. Revisado: 1 de noviembre de 2015.

Aceptado: 22 de noviembre de 2015.

Methodology of competency-based education applied to a biotechnological process of chemical engineering

Abstract—

The results of the integration between of several operational units and chemical engineering processes applied to brewing, are present in this work. The research group QUITEX (Química Teórica y Experimental), dependent upon the Facultad Regional Resistencia –Universidad Tecnológica Nacional, carries out projects relate to the operations of filtration and stabilization of beer, then a course that involved not only the principal brewery stages but also refining, bottling and pasteurization was dictated to the 14th CONEIQ (Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería Química-Student Congress of Chemical Engineering). This experience was a clear example of how the methodology of competency-based education can be applied with great enthusiasm and success by students and teachers.

Keywords—chemical engineering, integration, beer, competency.

1. Introducción

El Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería Química (Coneiq) se realiza desde hace 14 años en la República Argentina y cuenta con una gran concurrencia de todos los estudiantes del país. En esta oportunidad fue la Asociación Chaqueña de Estudiantes de Ingeniería Química (Achetiq) la encargada de llevar adelante el evento. La asociación la dirigen estudiantes y tiene la finalidad de contribuir con su propia formación integral. La asociación se encarga de realizar actividades para lograr la unión de todos los miembros, como visitas a fábricas, seminarios, cursos y

conferencias, jornadas de ingeniería química y actividades solidarias [1].

Las actividades que se llevan a cabo en los congresos tienen como fin constituir una instancia de encuentro de académicos, investigadores, profesionales de la industria y de instituciones públicas y privadas para intercambiar experiencias, dar a conocer los resultados de sus investigaciones, los adelantos de la disciplina y las nuevas tecnologías. En esta oportunidad el evento se realizó en la provincia del Chaco, donde se encuentra la Facultad Regional Resistencia, dependiente de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN). Allí lleva a cabo sus actividades de investigación el Grupo de Investigación en Química Teórica y Experimental (Quitex). Las investigaciones de la UTN se caracterizan por su transferencia al medio productivo y por ello se busca que tengan impacto en el desarrollo tecnológico y social de la región. Los proyectos desarrollados por el grupo de investigación tienen relación con la tecnología de los alimentos. Actualmente se desarrollan proyectos sobre filtración y clarificación de bebidas fermentadas, estudios a escala molecular de precursores de turbidez coloidal y estabilizantes de la industria cervecera, y la elaboración de una bebida fermentada similar a la cerveza libre de gluten para celíacos [2], [3]. Cuando los alumnos, integrantes de la comisión organizativa del congreso, les solicitaron a sus docentes que planificaran un curso para el evento, se pensó que fuera principalmente práctico y que integrara varias operaciones y procesos de la ingeniería química. Habitualmente, en el grupo de investigación se prepara la cerveza a escala piloto y luego, en el laboratorio, se realizan ensayos de filtración y estabilización. En esta oportunidad se pensó en ir más allá y efectuar las operaciones de filtración y estabilización a escala piloto, reproduciendo las operaciones reales que se utilizan en la industria cervecera. Así mismo, debido a que esas operaciones reducen la cantidad de partículas coloidales presentes en la cerveza, y modifican la composición final [2], se pensó en un análisis sensorial con una prueba discriminativa con panelistas no entrenados, es decir, los mismos alumnos, para evaluar si la diferencia en la composición, producida por las operaciones de refinación, era percibida por ellos.

La elaboración de cerveza es un proceso biotecnológico que involucra varias operaciones y procesos unitarios de ingeniería química, entre las que se pueden destacar: mezclado, agitación,

Tabla 1
Competencias genéricas del ingeniero en Argentina

Competencias tecnológicas	Competencias sociales, políticas y actitudinales
Identificar, formular y resolver problemas	Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo
Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería	Comunicarse con efectividad
Gestionar proyectos de ingeniería	Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social
Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería	Aprender en forma continua y autónoma
Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos	Actuar con espíritu emprendedor

Fuente: Ponencia del Ing. Humberto Savio en el Congreso Internacional Ingeniería 2014.

proceso enzimático de degradación de almidón y proteínas, proceso de cocción, fermentación, precipitación, coagulación, transferencia de calor, filtración, entre otras [4,5]. La innovación importante del curso consistió en la aplicación de la metodología de la enseñanza basada en la generación de competencias por parte de los alumnos [6-8] y específicamente, las competencias en la carrera de ingeniería según el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (Confedi) acordadas en el año 2006 [9]. Se pensó en el uso de esta metodología, en lugar de una clase expositiva sobre un tema en particular, ya que el ingeniero no sólo debería saber sino también saber hacer [9] al egreso de su carrera de grado. El saber hacer no surge de la mera adquisición de conocimientos sino que es el resultado de la puesta en funciones de una compleja estructura de conocimientos, habilidades, destrezas, etc. En este curso se pensó en el desarrollo de esas habilidades y destrezas.

En el primer acuerdo sobre competencias genéricas del Confedi en el 2006 se clasificaron las competencias de la carrera de ingeniería como tecnológicas, sociales, políticas y actitudinales y específicas de la terminal. La terminal se refiere a las distintas carreras específicas de la ingeniería, como la química y la electromecánica, entre otras. Durante su ponencia en el Congreso Internacional de Ingeniería 2014, realizado en Buenos Aires, el ingeniero Humberto Savio, expresidente del Confedi, habló sobre la formación de un ingeniero global y las competencias necesarias para su formación, e hizo especial mención de las competencias tecnológicas, sociales, políticas y actitudinales que se mencionan a continuación (Tabla 1).

Para este modelo de enseñanza-aprendizaje el docente tiene el papel de facilitador de las situaciones de aprendizaje y acompaña al alumno en el proceso de adquisición de las competencias [9]. Por todo lo expuesto, en este trabajo se presentan las actividades llevadas a cabo y como resultado las capacidades desarrolladas por los alumnos.

2. Metodología

2.1. Primer día

La elaboración de cerveza consistió principalmente en una maceración de la malta cervecera a una temperatura de 62 °C para permitir la hidrólisis del almidón y proteínas por las enzimas propias del cereal, durante 90 min. Se continuó con la cocción del mosto, y se hizo el agregado de lúpulo para amargor y aroma [4,10]. El mosto

obtenido se enfrió y se pasó a la etapa fermentativa. Se elaboró una cerveza tipo lager, que consiste en la fermentación a temperaturas bajas entre 8 y 15 °C de una a tres semanas [11]. Se continuó con la fermentación un tiempo mayor al de la muerte de las levaduras para permitir que ellas precipitaran y se desarrollara el aroma y sabor característico de este tipo de bebida [12]. El proceso global se esquematiza en el siguiente diagrama de flujo (Fig. 1).

2.2. Segundo día

Para las etapas previstas durante el segundo día del congreso se partió de una cerveza que fue elaborada un mes antes, para permitir que se desarrollaran todas las etapas descritas previamente. Durante el segundo día se comenzó con una exposición teórica sobre las tecnologías actuales y las nuevas aplicadas al proceso de elaboración de cerveza. Se realizó especial mención a la filtración convencional con el uso de tierras de diatomeas [13] y las nuevas tecnologías que comprenden la microfiltración, sus ventajas y desventajas [14].

En el proceso de estabilización se habló sobre los distintos tipos de agentes estabilizantes: polivinilpolipirrolidona (PVPP), silica gel (SG) y la combinación de ambos para optimizar el proceso [15,16].

Para la filtración de la cerveza se utilizó el equipamiento disponible de filtro placa con membranas de celulosa con una permeabilidad de 1 µm y se utilizaron tierras de diatomeas como precapa [2]. Luego el mismo equipo se utilizó para filtrar la cerveza una vez estabilizada. Es decir, en el proceso de refinación se realizaron dos etapas de filtración. La operación de estabilización se hizo con PVPP en una concentración de 15 g L⁻¹ (Polyclar 10, Tudela, Argentina; [3]).

2.3. Tercer día

Durante el tercer día se comenzó con una exposición sobre análisis sensorial, las utilidades y condiciones necesarias para actuar como panelista y los distintos tipos de análisis que pueden llegar a realizarse [17,18]. Se optó por un análisis discriminativo de a pares, con la cerveza realizada previamente por el grupo de trabajo y la misma cerveza luego de las operaciones de filtración y estabilización realizada en iguales

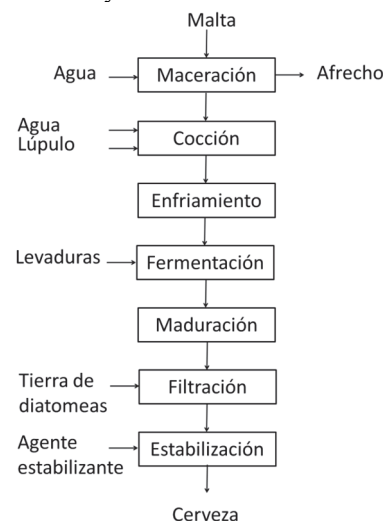


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de cerveza. Fuente: Los autores.



Figura 2. Equipos disponibles para el enfriamiento del mosto. A la izquierda, el intercambiador tubular y a la derecha, el intercambiador de placas.
Fuente: Los autores.

condiciones por los alumnos. Para no influir en las respuestas de los alumnos no se les informó a ellos qué diferencia existía entre ambas muestras. Debido a que la cantidad de alumnos disponibles para el ensayo era de 20, se invitó a personal de la facultad a participar por lo cual el grupo final fue de 25 personas. Se utilizó la tabla para detectar diferencias significativas con un nivel de significancia del 95 % para este tipo de análisis [19].

3. Resultados y discusión

3.1. El proceso de elaboración de la cerveza

Luego del proceso de cocción fue necesario enfriar el mosto para poder inocular la levadura. En la planta piloto se dispone de dos tipos de equipamientos (Fig. 2), un intercambiador tubular y un intercambiador de placas. Fue necesario que los alumnos evaluaran la conveniencia de usar un equipo en lugar del otro y se concluyó que por el salto de temperatura, el tiempo necesario y el uso discontinuo fuera el intercambiador tubular el más adecuado. El intercambiador de placas es más efectivo en bajar rápidamente la temperatura, pero por ser el intercambiador tubular más fácil de limpiar se optó finalmente por este último.

La salida del intercambiador se conectó al fermentador, que se encontraba en condiciones asépticas para utilizarlo durante la fermentación. Se seleccionó el fermentador teniendo en cuenta el volumen de cerveza por producir. Los dos fermentadores disponibles se muestran en la siguiente Fig. 3. Se seleccionó el más pequeño debido a que el de tamaño superior dejaría un espacio de cabeza muy grande, con mayor presencia de oxígeno, que provocaría la oxidación del producto una vez finalizada la fermentación. Durante la primera etapa del proceso de fermentación se requiere la oxigenación del mosto para que las levaduras puedan reproducirse, pero una vez finalizó el proceso, el exceso de oxígeno puede provocar la oxidación y un sabor desagradable en el producto final.

Se llevó el mosto a la cámara frigorífica, ya que por las características del tipo de cerveza que se buscaba elaborar se



Figura 3. Fermentadores disponibles en la planta piloto. A la izquierda, el fermentador de 60 L y a la derecha el fermentador de 20 L.
Fuente: Los autores.

necesitaba mantener una temperatura constante durante la fermentación de 12 °C. Una vez dentro de la cámara se inoculó con la levadura. Especial cuidado se tuvo en las condiciones de higiene, por lo cual se limpió el área de trabajo con alcohol al 70 %. Todo el procedimiento fue explicado por los docentes a cargo del curso y realizado por los alumnos involucrados, que a medida que durante la experiencia tomaban notas, hacían consultas y expresaban inquietudes.

Para las operaciones de filtración y estabilización se utilizó el equipo de filtración de placa y marco disponible en el laboratorio (Fig. 4). Para ello se adaptó la metodología utilizada en cervecerías artesanales y la utilizada en industrias con mayor desarrollo tecnológico, ya que se emplearon placas de celulosa como soporte y se cubrió cada una con tierra de diatomeas como ayuda filtrante. La tierra de diatomea tiene la particularidad de brindar un producto con una brillantez única. En la misma figura puede observarse una foto del equipo utilizado y en la Fig. 5, imágenes de las placas de celulosas con la capa de tierra de diatomea formada sobre su superficie.

Debido a que no se disponía de recipientes y equipamiento para la etapa de estabilización, se tuvo que adaptar el mismo recipiente utilizado durante la cocción del mosto y agregar allí el agente estabilizante. En esta experiencia se utilizó como agente estabilizante a la PVPP que se sabe que se combina con los polifenoles presentes en el mosto luego de la fermentación. Se utilizó ex profeso este agente porque se buscaba evaluar si la reducción de los polifenoles, responsables en parte de la astringencia y aroma de la cerveza, la podían percibir sensorialmente los alumnos. Para separar el agente estabilizante se volvió a filtrar la cerveza con el mismo equipamiento mencionado previamente, por lo que el proceso global se sometió a dos operaciones de filtración.

Finalmente, la cerveza fue suplementada por inyección de dióxido de carbono, embotellada y pasteurizada. Para la pasteurización también se utilizó el recipiente en el que se realizó la cocción del mosto. Con el propósito de identificar cada una de las botellas, los alumnos agregaron sus nombres con cinta, Fig. 6.

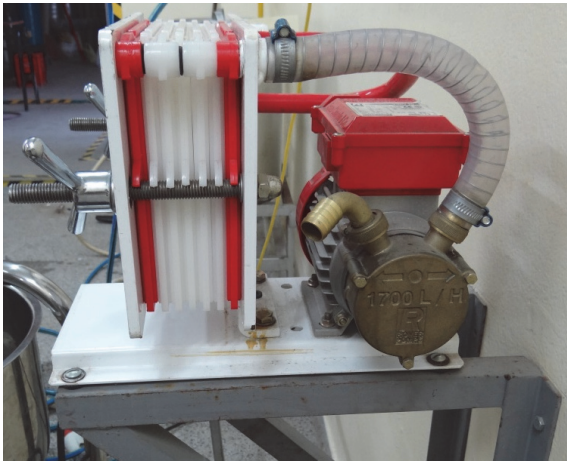


Figura 4. Filtro de placa y marco utilizado para la filtración.
Fuente: Los autores.



Figura 7. Laboratorio de Ingeniería Química donde se realizó el análisis sensorial.
Fuente: Los autores.

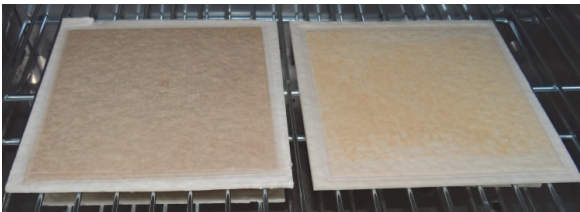


Figura 5. Placas de celulosa con la capa de tierra de diatomea. La placa de la izquierda corresponde al proceso de filtración y la segunda al de estabilización.
Fuente: Los autores.



Figura 6. Envasado de la cerveza.
Fuente: Los autores.



Figura 8. Etiquetado de las botellas.
Fuente: Los autores.

Para el análisis sensorial (Fig. 7), no se les informó a los alumnos qué diferencia existía entre las muestras. Se siguió la metodología planteada para este caso en particular y como resultado se obtuvo, de un total de 25 personas, la diferencia significativa entre las muestras de 2 y, de acuerdo con la tabla de Roessler et al. [19], se pudo concluir que no existe diferencia significativa entre las muestras, ya que en caso contrario se hubiera requerido que la diferencia fuera de 18.

Debido a que la consigna era que ellos evaluaran cuál de las dos muestras poseían mejor sabor y se permitió que hicieran las

observaciones que creyeran convenientes, varios alumnos encontraron que la muestra filtrada presentaba un gusto más intenso, pero no así el aroma; y otros que las muestras sin filtrar tenían mejor aroma. Esta experiencia fue útil para distinguir entre las cualidades más destacables de la bebida que sería útil evaluar por separado en la etapa de filtración, ya que, si bien en el sabor global no hubo diferencias, posiblemente en el aroma y gusto sí.

Una vez finalizado el análisis sensorial, los alumnos etiquetaron su propia botella (Fig. 8) y volvieron a su lugar de origen muy entusiasmados y con ganas de repetir el proceso por su cuenta.

Así mismo, luego del curso se recibieron varias consultas acerca del proceso, sobre el diámetro de las mangueras, capacidad de los recipientes, bombas, etc. que reflejaba su interés en llevar a cabo el proceso no sólo a pequeña escala sino como un piloto de microemprendimiento personal.

El personal del grupo de investigación los asesoró sobre cada uno de los procesos y en particular se mencionó la posibilidad de realizar el microemprendimiento para personas con celiaquía a partir de otro tipo de cereal diferente a la cebada, con lo que se contribuiría a nuevos desarrollos tecnológicos.

3.2. Habilidades o competencias alcanzada por los alumnos

Las capacidades mencionadas (Tabla 1) se logró con las siguientes acciones:

3.2.1. Competencias tecnológicas

Las habilidades tecnológicas logradas por los alumnos se encuentran resumidas (Tabla 2).

Identificar, formular y resolver problemas: se logró que los alumnos identificaran todas las etapas involucradas en el proceso de elaboración, el equipamiento disponible y los materiales necesarios, y que analizaran la factibilidad del proceso en el tiempo previsto.

Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería: se identificaron las capacidades de los diferentes equipos para cumplir con los objetivos fijados. Es decir, en función de la capacidad de cerveza por producir se les plantearon varias posibilidades en las que los alumnos pudieron evaluar qué tipo de equipamiento era el más adecuado. Así mismo, se les mostraron dos tipos de intercambiadores de calor que normalmente se utilizarían en la industria de alimentos, el de placas y el tubular, y se seleccionó este último porque era suficiente para provocar la diferencia de temperatura buscada y presentaba un factor de ensuciamiento menor al de placas. Se plantearon dudas y propuestas para el enfriamiento con otro tipo de sistema, como por ejemplo con un serpentín introducido en el recipiente de cocción. Es decir, la implementación del sistema de enfriamiento y fermentación despertó el interés por el diseño de ingeniería en los alumnos, quienes se propusieron nuevos desafíos para implementarlos en su lugar de origen una vez finalizado el curso.

Gestionar proyectos de ingeniería: se tuvo que adaptar el equipamiento disponible en la planta piloto para las operaciones que no estaban previstas normalmente, como la estabilización y pasteurización. Para ambas operaciones se utilizó la olla de cocción del mosto. En el caso de la estabilización se adaptó un agitador vertical para producir el mezclado y para el proceso de pasteurización se pusieron las botellas en la olla, se cargó con agua caliente a 95 °C y se mantuvo durante 30 minutos. Luego de ese tiempo se cambió el agua caliente por agua fría hasta que la temperatura exterior fuera de 30 °C.

Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería: el cumplimiento de cada una de las etapas tanto en tiempos como en el orden en que deben realizarse y las cantidades de materias primas necesarias se llevaron a cabo con responsabilidad para lograr el producto deseado. Existen variaciones en las recetas para lograr cada tipo de cerveza; sin embargo, existen límites en cuanto a los nutrientes necesarios para que el proceso de fermentación sea óptimo y los tiempos de maceración, cocción y fermentación (como las operaciones más importantes) se deben respetar. Si no se consideran en forma adecuada las cantidades y tiempos previstos, podría obtenerse un producto que no es apto para consumo humano. Sobre este tema se hizo especial mención y se explicó y realizó el proceso de acuerdo con el fin propuesto de obtener una cerveza tipo lager.

Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos: los alumnos adquirieron experiencia en la elaboración de la cerveza, y pudieron realizarla en su lugar de origen, buscando

reemplazar los equipos más sofisticados con equipamiento diseñado por ellos mismos.

3.3.2. Competencias sociales, políticas y actitudinales

Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo y comunicarse con efectividad: debido a que la experiencia didáctica estaba pensada para un grupo reducido de alumnos, de modo que pudieran interactuar y expresar sus inquietudes y consultas, sin lugar a dudas se logró la comunicación y el trabajo en equipo de forma eficiente y ordenada. Se permitió el diálogo y que cada alumno aportara, y que el grupo de investigación implementara prácticas para la mejora del proceso. Así, por ejemplo, cuando se quiso trasvasar el contenido del macerado a la olla de cocción, como el producto estaba caliente no funcionó correctamente la bomba. Los alumnos propusieron bajar el nivel de la olla de cocción para que el líquido fluyera por gravedad.

Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social: alumnos realizaron el producto de acuerdo con las normas vigente para alimentos. Se prestó mucha atención al hecho de que se estaba elaborando un producto alimenticio y que se debía conservar de manera adecuada, durante su lapso de aptitud, ya que se debía asegurar la inocuidad de la bebida. Durante la realización del producto se utilizaron las buenas prácticas de manufactura y vigilancia para que se hiciera en forma correcta. Se les solicitó a los alumnos que luego de dos meses tomaran la bebida elaborada y enviaran sus comentarios sobre el sabor que percibieran. En todos los casos la repercusión fue buena, lo que demuestra que observar buenas prácticas de elaboración garantiza un producto inocuo para la salud humana.

Aprender en forma continua y autónoma: el mayor logro destacado del curso es que cada uno de los asistentes se llevó a su lugar de origen la cerveza elaborada y muchas ideas para llevar a cabo el emprendimiento por su cuenta. Al poco tiempo de finalizar el curso se recibieron varios mensajes acerca de las inquietudes que surgieron en los estudiantes cuando comenzaron a incursionar en el tema y a elaborar autónomamente el producto en cuestión.

Actuar con espíritu emprendedor: el mercado de elaboración de cervezas artesanales en Argentina está en franca expansión (Ablin, 2014). Por lo tanto, la posibilidad de éxito comercial en el emprendimiento es muy favorable. Igualmente, debido a que en el

Tabla 2
Acciones para la adquisición de las competencias tecnológicas

Competencias tecnológicas	Acciones para el logro de las competencias
Identificar, formular y resolver problemas	Definición del proceso, capacidades, tiempo y equipamiento requerido
Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería	Selección de equipos
Gestionar proyectos de ingeniería	Adaptación del equipamiento disponible a los requerimientos del proceso
Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería	Respetar los balances máxicos y energéticos para lograr un producto inocuo
Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos	Nuevos desafíos para el diseño de equipos

Fuente: Los autores.

Tabla 3

Acciones para lograr las competencias sociales, políticas y actitudinales.

Competencias sociales, políticas y actitudinales	Acciones para el logro de las competencias
Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo	Entorno de enseñanza-aprendizaje adecuado para una capacidad de 20 alumnos
Comunicarse con efectividad	Permitir el diálogo y los aportes de los alumnos
Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social	Utilizar buenas prácticas de manufacturas
Aprender en forma continua y autónoma	Permitir que los alumnos participen en la elaboración
Actuar con espíritu emprendedor	Permitir sugerencias, opiniones y propuestas de los alumnos. Permitir cambios en el proceso por la intervención de los alumnos

Fuente: Los autores.

grupo de investigación se está trabajando con materia prima para elaborar cerveza para celíacos, también podría significar un nicho de mercado a posibles emprendedores. Por lo tanto, con una u otra posibilidad, las herramientas brindadas en el curso proporcionarán una base firme para actuar con espíritu emprendedor.

4. Conclusiones

A partir de la implementación de la metodología de la enseñanza basada en competencias, se logró despertar el interés de los alumnos, no sólo por el producto que elaboraron sino por la identificación de las herramientas necesarias para realizar el proceso por su propia cuenta.

Con esta integración entre operaciones de ingeniería química se logró la acción reflexiva del proceso enseñanza-aprendizaje, motivando a docentes, alumnos e investigadores a la mejora continua y al desafío de plantear otras formas de entender la enseñanza, no como una acción tubular por asignaturas dentro de la enseñanza sino como un proceso global en los planes de estudio.

Debido a las repercusiones que tuvo el curso en los alumnos, la asociación de estudiantes le solicitó al grupo de trabajo implementarlo nuevamente por cuanto permite una visión global de un proceso y la utilización de los recursos disponibles de la misma facultad. Este hecho permite dar cuenta de que el camino seguido en el proceso de enseñanza rinde sus frutos.

Agradecimientos

Los autores le agradecen a la Facultad Regional Resistencia-Universidad Tecnológica Nacional y al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet) por su financiamiento.

Referencias

- [1] ACHETIQ, Asociación Chaqueña de Estudiantes Tecnológicos de Ingeniería Química. [En línea]. 2014. Disponible en: <http://achetiq.wix.com/utfnfre>.
- [2] Benítez, E.I., Martínez-Amezaga, N.M., Sosa, G.L. et al., Turbidimetric behavior of colloidal particles in beer before filtration process. *Food and Bioprocess Technology: An International Journal*, 6, pp. 1082-1090, 2013. DOI: 10.1007/s11947-012-0905-7
- [3] Lataza-Rovaletti, M.M., Benítez, E.I., Martínez-Amezaga, N.M., Peruchena, N.M., Sosa, G.L. and Lozano, J.E., Polysaccharides influence on the

- interaction between tannic acid and haze active proteins in beer. *Food Research International*, 62, pp. 779-785, 2014. DOI: 10.1016/j.foodres.2014.03.017
- [4] Bamforth, C.W., Beer. Tap into the art and science of brewing. New York: Oxford University Press, 2003.
- [5] Briggs, D.E., Boulton, C.A., Brookes, P.A. and Stevens, R., *Brewing Science and Practice*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2004.
- [6] Araujo, J., Competencias para el acceso a la educación superior. Buenos Aires: CPRES, 2007.
- [7] Cepeda-Dovala, J., Metodología de la enseñanza basada en competencias. *Revista Iberoamericana de Educación*, pp. 1-10, 2010.
- [8] Savio, C.H., Competencias necesarias del ingeniero. Integración académica: Formación de ingenieros globales. Congreso de Ingeniería 2014 - Latinoamérica y Caribe, 2014.
- [9] CONFEDI., Competencias genéricas. Desarrollo de competencias en la enseñanza de la ingeniería argentina. San Juan, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan, Argentina, 2006.
- [10] Bamforth, C., Beer: A quality perspective. New York: Academic Press. (2009).
- [11] Pavsler, A. and Buiatti, S., Lager Beer. Beer in health and disease prevention. London: Academic Press, 2009.
- [12] Defemez, M., Foxall, R.J., O'Malley, C.J. et al., Modelling beer fermentation variability. *Journal of Food Engineering*, 83, pp. 167-172, 2007. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2007.02.033
- [13] Buttrick, P. Choices, choices: beer processing and filtration. *Brewer and Distiller International*, 6, pp. 10-16. (2010).
- [14] Cimini, A., Marconi, O. & Moresi, M. Rough beer clarification by crossflow microfiltration in combination with enzymatic and/or centrifugal pretreatments. *Chemical Engineering Transactions*, 32, pp. 1729-1734. (2013).
- [15] Mitchell, A., Hong, Y.-J., May, J.C., Wright, C. and Bamforth, C., A comparison of Polyvinylpyrrolidone (PVPP), Silica Xerogel and a Polyvinylpyrrolidone (PVP) - Silica Co-product for their ability to remove Polyphenols from beer. *Journal of the Institute of Brewing*, 111, pp. 20-25, 2005. DOI: 10.1002/j.2050-0416.2005.tb00644.x
- [16] Taylor, J.P., Jacob, F. and Arendt, E.K., Fundamental study on the impact of silica gel and tannic acid on hordein levels in beer. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 31, pp. 177-184, 2015. DOI: 10.1016/j.ifset.2015.07.007
- [17] Anzaldúa-Morales, A., La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica. Ed. Acirbia, Zaragoza, España, 1994.
- [18] Lawless, H. and Heymann, H., Sensory evaluation of food principles and practices. Segunda Edición. Springer: New York, USA, 2010.
- [19] Roessler, E.B., Pangborn, R.M., Sidel, J.L. and Stone, H., Expanded statistical tables for estimating significance in paired-preference, paired difference, duo-trio and triangle tests. *Journal of Food Science*, 43, pp. 940-941, 1978. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1978.tb02458.x

E.I. Benítez, recibió el título de Ingeniera Química en 2001 de la Universidad Tecnológica Nacional, el título de Dra. en Ingeniería Química en 2007 de la Universidad Nacional del Sur, el título de Esp. en Tecnología de los Alimentos en 2010 de la Universidad Tecnológica Nacional, y el título de Esp. en Docencia Universitaria en 2013 de la Universidad Nacional del Nordeste, todos ellos de Universidades públicas de Argentina. Desde 2011 es miembro del Conicet en la categoría Investigador Asistente. Desde 2008 es Jefe de trabajos prácticos en la cátedra de Integración II de la carrera de Ingeniería Química de la Facultad Regional Resistencia- UTN, Argentina. ORCID: /0000-0002-6320-8357

N.M.J. Martínez-Amezaga, recibió el título de Ingeniera Química en 2009, el título de Esp. en Higiene y Seguridad en el Trabajo en 2013 y el título de Dra. en Ingeniería con mención en Química en 2015, todos ellos de la Universidad Tecnológica Nacional, Buenos Aires, Argentina. Desde 2016 es Becaria Postdoctoral del Conicet. Desde 2013 es ayudante de trabajos prácticos de primera en la cátedra de Química Inorgánica de la carrera de Ingeniería Química de la Facultad Regional Resistencia- UTN, Argentina. ORCID: 0000-0002-3868-5493

M.R. Acquisgrana, recibió el título de Ingeniera Química en 2013 de la Universidad Tecnológica Nacional, Buenos Aires, Argentina. Desde 2014 participa como becaria de iniciación a la Investigación de la UTN en el grupo Quitex, de la Facultad Regional Resistencia -UTN, Argentina, y está realizando cursos de postgrado en el área de Ingeniería Química. ORCID: 0000-0002-4627-9698