



## Producción de biodiesel como modelo de aproximación a las ciencias naturales

*Biodiesel production as a model of approach to natural sciences*

María Daniela Rodríguez<sup>1,2\*</sup>, Teresa Genara Espinosa<sup>1</sup>, Belén Gallará<sup>1</sup>, María Eugenia Oneto<sup>1</sup>, Loreley Fernández Erbes<sup>1</sup>, Andrea Elizabeth Krieger<sup>1</sup>, Nicolás Miguel<sup>1</sup>, Camila Morel<sup>1</sup>, Pedro Darío Zapata<sup>1,2</sup>

### Resumen

Contextualizar los laboratorios de química, relacionándolos con situaciones de la vida diaria y contenidos disciplinares, motiva a despertar vocaciones científicas. El objetivo del trabajo fue fomentar el interés por las ciencias exactas y el cuidado medioambiental, a través de la participación activa de los estudiantes en la reutilización del aceite vegetal como modelo de laboratorio en contexto. Durante los talleres se estudió el origen de los aceites vegetales, las implicancias sobre la salud de la reiterada reutilización del aceite vegetal, las posibles formas de transformación en nuevos productos, la transesterificación, y la manipulación de reactivos químicos. Los destinatarios fueron estudiantes del nivel medio de 6 instituciones diferentes de la provincia de Misiones (Argentina), ascendiendo a un total de 45 estudiantes de entre 17 a 21 años. Los talleres estuvieron a cargo de estudiantes, graduados y las directoras del proyecto. La metodología de la actividad consistió en una experiencia práctica y evaluación de la intervención. El empleo de un contexto socioambiental para la enseñanza de la química, generó concientización acerca de los cuidados del medioambiente; y nuevo conocimiento en relación con la química, al hacer uso de la reacción de transesterificación para la obtención de biodiesel.

### Palabras clave

Enseñanza; química; educación ambiental; laboratorio.

### Abstract

Contextualizing chemistry laboratories, relating them to daily life situations and disciplinary contents, motivates to awaken scientific vocations. The objective of the work was to promote interest in exact sciences and environmental care, through the active participation of students in the reuse of vegetable oil as a laboratory model in context. The origin of vegetable oils, the health implications of the repeated reuse of vegetable oil, the possible forms of transformation into new products, transesterification, and the manipulation of chemical reagents were studied during the workshops. Recipients were high school students from 6 different institutions in the province of Misiones (Argentina), reaching a total of 45 students between 17 and 21 years old. Workshops were led by students, graduates and the directors of the project. The methodology of the activity consisted of a practical experience and evaluation of the intervention. The use of a socio-environmental context for the teaching of chemistry, generated awareness about environmental care; and new knowledge in relation to chemistry, by making use of the transesterification reaction to obtain biodiesel.

### Keywords

Chemistry; environmental education; laboratory.

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. Instituto de Biotecnología de Misiones "Dra. María Ebe Reca" (INBIOMIS). Laboratorio de Biotecnología Molecular. Misiones, Argentina. Ruta Nacional N° 12, km 7.5. CP 3300. Correo electrónico: [inbiomis@gmail.com](mailto:inbiomis@gmail.com). Teléfono: +5493764480200.

<sup>2</sup> CONICET. Buenos Aires, Argentina.

## Introducción

La escuela es un espacio de crecimiento hacia la transformación social, en el cual las instituciones toman parte en las problemáticas de la sociedad (Hernández y Sardain, 2022). Impartir conocimiento en un contexto es una estrategia interesante, ya que comúnmente, las lecciones teóricas son dadas como clases magistrales poco contextualizadas (Gómezescobar y Simón-Medina, 2022).

Contextualizar los laboratorios de química, relacionándolos con situaciones de la vida diaria y contenidos disciplinares, facilita el reconocimiento de la utilidad del conocimiento y motiva a despertar vocaciones científicas. Esta orientación educativa genera en los estudiantes el entendimiento de la relación ciencia, tecnología e innovación, con la sociedad. La investigación didáctica en esta área de la educación permite identificar la viabilidad de utilizar un contexto particular en las clases de química (Cipamocha, 2022). La innovación de la educación contextualizada radica en nuevos escenarios con el enfoque en problemas actuales.

La construcción de conocimiento basada en la práctica demanda una atención especial en los últimos años. Los prácticos de laboratorios cumplen con una función clave en la educación: didácticamente son una manera de fomentar la participación activa de los estudiantes en la construcción de conocimiento (Villa et al., 2020). Abordar talleres relacionados con problemas sociales e industriales es un método que puede aumentar la motivación en los jóvenes y su actitud hacia las ciencias exactas (Eilks, 2002). Bajo este foco, se pueden generar cambios significativos en los laboratorios de química (Cipamocha, 2022).

Los aceites vegetales y los biocombustibles son compuestos pertenecientes a la química orgánica. Trabajar en el laboratorio sobre la transesterificación (producción de aceite en biodiesel), genera un escenario interesante para la educación basada en contexto. De esta manera, los estudiantes pueden relacionar la química con la vida cotidiana (Cipamocha, 2022; Eilks, 2002).

El objetivo del trabajo fue fomentar el interés por las ciencias exactas y el cuidado medioambiental a través de la participación activa de los estudiantes en la reutilización del aceite vegetal usado (AVU), como modelo de laboratorio en contexto. Durante los talleres, se estudió el origen de los aceites vegetales, las implicancias sobre la salud de la reiterada utilización del aceite vegetal, las posibles formas de reutilizar el AVU en nuevos productos, la transesterificación, manipulación de reactivos químicos y diferencia de densidad. De esta manera, a través de talleres como propuesta didáctica innovadora, se buscó incentivar vocaciones científicas, desde la ciencia ciudadana, donde los actores de la sociedad partícipes activos son los estudiantes, no solo en el ámbito universitario, sino también en el nivel secundario.

## Método

### *Muestra objetivo*

Los destinatarios del proyecto fueron estudiantes del nivel medio de 6 instituciones educativas de la provincia de Misiones (Argentina), ascendiendo a un total de 45 estudiantes de entre 17 a 21 años. Las 6 instituciones poseen orientaciones diferentes: orientación

naval militar, biotecnología, gestión ambiental, biología, y las restantes no poseen una orientación determinada.

La metodología de la actividad consistió en una experiencia práctica y evaluación de la intervención (Hernández y Sardain, 2022).

### Procedimiento

El análisis del trabajo fue cualitativo. Los métodos utilizados fueron: observaciones en el lugar de desarrollo de los talleres, y encuestas a docentes y estudiantes partícipes. El foco de cada taller estuvo en el cumplimiento del objetivo, con adecuación de los contenidos de acuerdo al perfil de los destinatarios (año de cursado y orientación del bachillerato). Se desarrolló el taller reiteradas veces, una para cada grupo destinatario.

Se plantea una secuencia didáctica para robustecer la relación entre química y contexto socioambiental del mundo real. Esta propuesta didáctica busca, por un lado, que sea incorporada en las clases de química y con ello, mejorar la destreza en el laboratorio por parte de los estudiantes; y por otro, que este tema pueda ser empleado en forma transversal con otras disciplinas. La propuesta didáctica plantea 3 momentos descritos en la tabla 1 (Cipamocha, 2022; Díaz-Barriga, 2013).

| Etapa      | Contenido                   | Actividades                              |
|------------|-----------------------------|--|
| Inicio     | Contaminación con AVU       | Charla                                   |
|            | Acidez                      | Explicación y ejemplificación            |
|            | Seguridad en el laboratorio | Interpretación de pictogramas            |
| Desarrollo | pH                          | Medición de pH de AVU                    |
|            | Titulación                  | Valoración del AVU con NaOH              |
|            | Catalizador                 | Preparación de metóxido de sodio         |
|            | Reacción química            | Transesterificación del AVU en biodiesel |
|            | Densidad                    | Separación del biodiesel                 |
|            | Solubilidad                 | Lavado del biodiesel                     |
| Final      | Resumen                     | Charla y encuestas                       |
|            | Compromiso social           |  |

**TABLA 1.** Detalle de la propuesta didáctica.

Durante el inicio de cada taller se realizó la explicación global del protocolo de trabajo, señalando el material y equipamiento de laboratorio a utilizar, con una introducción al concepto de pH, y se explicaron las fichas de seguridad de los alcoholes y el NaOH.

El práctico de laboratorio se inició con la medición del pH del AVU, el cual, al ser reiteradamente reutilizado, presentó una acidez considerable, lo que llevó a la valoración del aceite. Se explicó el porqué de la valoración: debido a que el hidróxido de sodio es utilizado como reactivo de la transesterificación se debió calcular cuánto de este reactivo se necesita además para neutralizar el aceite, de tal manera que el hidróxido de sodio necesario para la reacción no sea consumido en la neutralización. Seguidamente, se pesó el hidróxido de sodio, se midió el metanol y se preparó el catalizador, cumpliendo con los cuidados vistos al inicio del taller, de acuerdo a la ficha de seguridad de cada reactivo. Una vez obtenido el catalizador se dio inicio a la transesterificación, monitoreando los cambios de color y aspecto que ocurrían, los cuales fueron registrados fotográficamente por los participantes.

Transcurrido el tiempo de reacción, la mezcla fue trasvasada a una ampolla de decantación en la cual los estudiantes pudieron percibir la separación de los dos productos de reacción (biodiesel y glicerol) por sus diferencias de densidades. A continuación, se agregó agua para iniciar el lavado del biodiesel, continuando con la separación por diferencia de densidades, incorporando el concepto de solubilidad. Para finalizar el práctico, se realizó una prueba de ignición del AVU versus el biodiesel obtenido por los estudiantes.

Para el cierre del taller, se realizó un repaso de cada momento del práctico, recapitulando la importancia de la reutilización del AVU, subrayando su impacto medioambiental negativo al desecharlo incorrectamente, y la importancia de la revalorización en un nuevo producto de interés a través de la química.

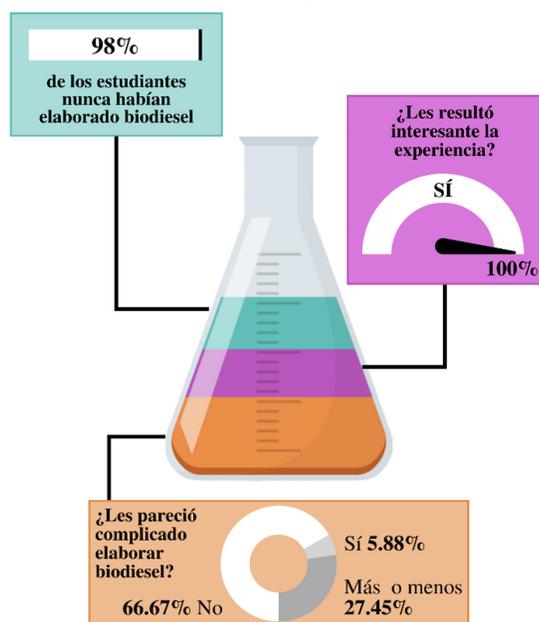
### Resultados

Para evaluar el grado de cumplimiento del objetivo general, los contenidos de la propuesta se ajustaron a las características de cada grupo de destinatarios, buscando la comprensión y asimilación de la actividad.

### Práctico de laboratorio

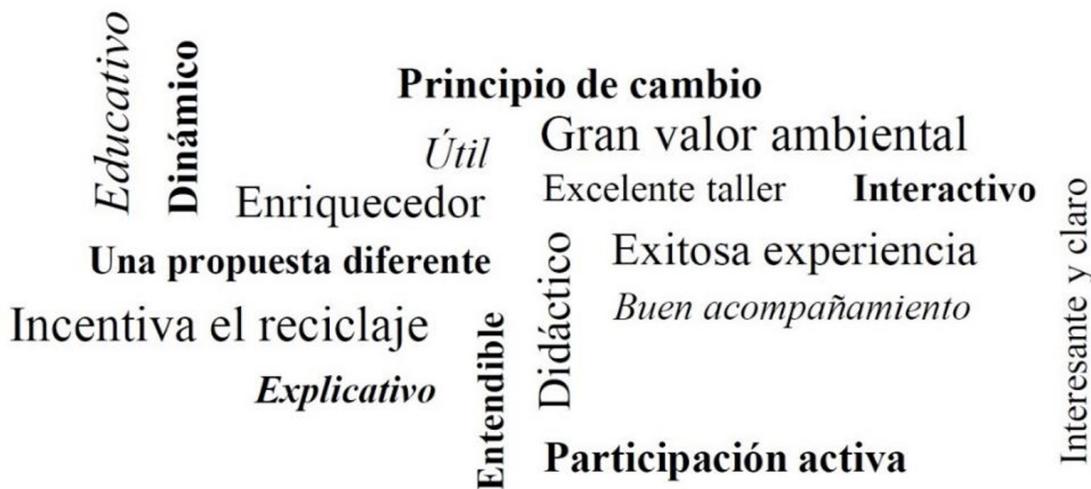
Durante el inicio del taller se indagó sobre cuál era el conocimiento previo con el que contaban los estudiantes acerca de la contaminación que genera la incorrecta disposición del AVU, los perjuicios a la salud que implica reutilizar reiteradas veces el aceite vegetal, y el concepto de pH.

Las experiencias de laboratorio fueron desarrolladas en grupos, los cuales fueron asistidos por un docente y un estudiante universitario. Los docentes lograron la participación total de los integrantes de cada grupo, rotando los roles en cada intervención del práctico. Al finalizar el taller, se distribuyó un enlace mediante código QR que se dirigía al sitio de la encuesta, y la dirección https en caso de que no tuvieran lector QR. Los resultados relacionados con el ensayo de producción de biodiesel se muestran en la Figura 1.



**FIGURA 1.** Resultados compilados sobre las encuestas realizadas a los destinatarios del taller de elaboración de biodiesel.

Estos resultados confirmaron la importancia de la propuesta, ya que para la gran mayoría de los participantes estas experiencias fueron nuevas. Además, se puede decir que, el 66% de los encuestados manifestaron que el práctico no fue complejo. Al final de la encuesta los participantes podían dejar, si así lo deseaban, sugerencias o comentarios. A raíz de esto, se evidenció el interés unánime por el práctico de laboratorio, ya que muchos de los participantes argumentaron que la experiencia fue “enriquecedora”, “didáctica”, “interesante y clara”, etc. (Figura 2).

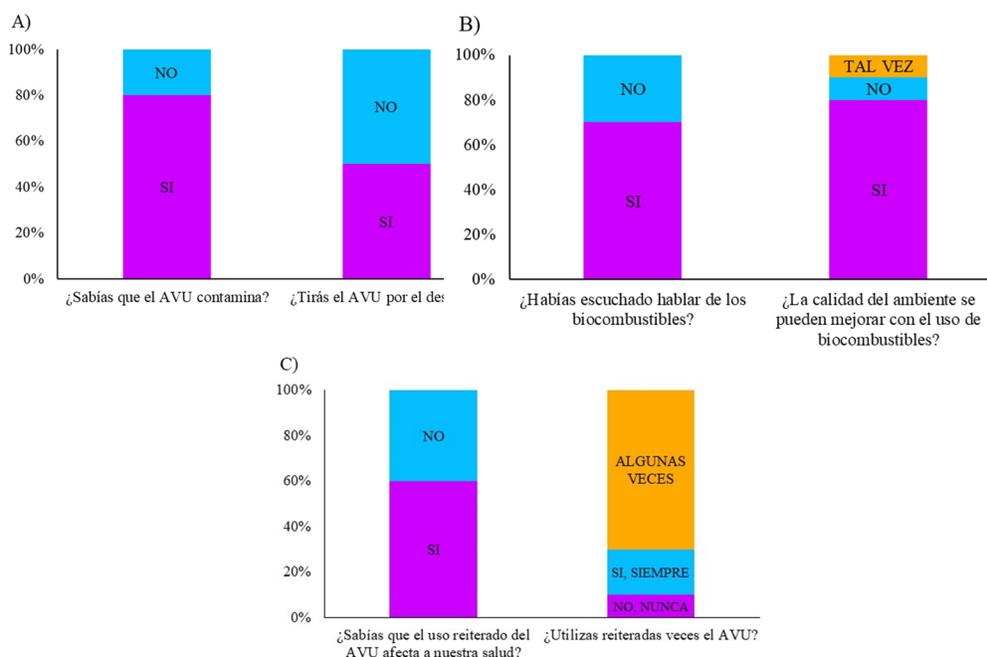


**FIGURA 2.** Comentarios recuperados a partir de las encuestas realizadas a los participantes del taller de elaboración de biodiesel.

Los participantes hicieron énfasis en el continuo desarrollo de actividades del tipo prácticas de laboratorio, vinculando diferentes sectores de la sociedad. En el caso de estudio, el vínculo fue entre docentes de la universidad, estudiantes universitarios de carreras de ciencias exactas, los estudiantes del nivel medio y sus docentes. La implementación del taller, y los resultados a través de las encuestas, demostraron que el abordaje de los conceptos fue considerado coherente de acuerdo a cada cohorte.

### Cuidado medioambiental

De las respuestas obtenidas a través de cuestionarios *Google forms*, la mayoría de los participantes sabían que el incorrecto vertido del AVU causa daños al medioambiente, sin embargo, la mitad de los estudiantes manifestaron seguir con esa práctica de verter AVU en el desagüe (Figura 3).



**FIGURA 3.** Respuestas de los participantes del taller respecto A) al AVU como contaminante medioambiental, B) conocimiento previo acerca de los biocombustibles y C) efectos sobre la salud del AVU.

Hoy por hoy, con el avance de la tecnología y el acceso a información casi de manera instantánea a través de los dispositivos electrónicos, aún existe un número considerable de adolescentes que desconocen el concepto de biocombustibles. Durante la charla inicial, se introdujo sobre los biocombustibles (concepto, ejemplos y fuentes), haciendo denotar que no es un término reservado a la investigación, sino más bien, es un combustible actualmente utilizado en mezcla con los combustibles tradicionales (en Argentina esta proporción es regulada por ley).

Como parte de la charla introductoria, se mencionó, además, los efectos nocivos sobre la salud del uso reiterado del AVU sin ahondar en los nombres químicos de los productos de degradación. Esta charla se utilizó para explicar a qué se debía el aumento de acidez del AVU respecto al aceite virgen, trayendo a colación el concepto de pH.

### **Conformación de los talleres**

Los talleres estuvieron a cargo de dos estudiantes, un graduado y las directoras del proyecto, todos pertenecientes a carreras de ciencias exactas, quienes integraron el proyecto. Las charlas introductorias fueron diseñadas por los estudiantes, bajo la dirección de las responsables del proyecto. Estas charlas fueron adaptadas a las características y alcances conceptuales de cada grupo de participantes.

El ejercicio armónico del rol de cada integrante, y la capacidad de asumir un papel distinto ante la aparición de alguno imprevisto, condescendió en el logro del objetivo del proyecto. Estos roles eran asignados en reuniones previas a cada taller, de acuerdo a las capacidades y destrezas de cada integrante. Al finalizar cada taller se realizaba nuevamente una breve reunión para recopilar fortalezas, recuperar los imprevistos planteados y cómo resolverlos en el futuro: imprevistos con los materiales, el equipamiento, la motivación elevada durante la jornada y participación activa de los estudiantes.

El equipamiento y materiales utilizados resultaron adecuados para alcanzar el objetivo propuesto. Durante el práctico de laboratorio se siguió estrictamente el protocolo de elaboración de biodiesel puesto a punto de acuerdo a la bibliografía (Alarcón Rodríguez, 2014; García-Díaz et al., 2013; López et al., 2015). Al final del protocolo se agregó una prueba de ignición a microescala a fin de comparar la llama producida por el AVU y por el biodiesel recién obtenido por los participantes.

### **Discusión**

La manera de utilizar el contexto en la enseñanza de las ciencias, permite diferenciar tres enfoques: 1) se parte de los conceptos para interpretar y explicar el contexto; 2) se parte del contexto para introducir y desarrollar los conceptos y modelos; 3) se parte del contexto para llegar a los conceptos y estos se aplican finalmente para explicar nuevos contextos (Caamaño, 2018). Durante el desarrollo de cada taller se buscó implementar el enfoque 2, en el cual haciendo uso del contexto medioambiental se realizó un trabajo práctico completo de laboratorio.

En la utilización de contextos, los estudiantes deben ser capaces de divisar las demandas de aprendizaje de los contextos en los cuales se encuentran insertos socialmente (Bulte et al., 2006; Gilbert, 2006). A través del contexto, se espera que los estudiantes sean capaces de dar sentido propio a los conceptos de la química que se buscan impartir (Bulte

et al., 2006). Haciendo uso de esto, se pudo observar que empleando un contexto tan cotidiano como lo que engloba al AVU, es posible transferir conceptos de la química. Un resultado similar fue alcanzado por otros autores cuando, haciendo uso de contextos reales, crearon un ambiente propicio para abordar conceptos relacionados a los biocombustibles (Cipamocha, 2022). Este trabajo, al igual que el trabajo de otros autores (Ferrera Velázquez et al., 2018), no se dirigió a estudiar qué atribución tuvo el contexto en el proceso de aprendizaje (evaluación) de los participantes de los talleres.

En coincidencia con Díaz-Barriga (2013) cuando establece que los estudiantes se apropian del conocimiento por lo que realizan y la significancia de la actividad para ellos mismos. Esta es una de las bases de la incorporación de los prácticos de laboratorio dentro de la currícula; y es por lo cual, en el desarrollo del trabajo y la búsqueda de alcanzar el objetivo, se decidió hacer talleres con una importante carga práctica, y no limitarse a realizar una charla plenaria.

## Conclusiones

La secuencia didáctica elegida permitió alcanzar el objetivo del proyecto, generando en cada grupo de estudiantes que participaron en los talleres, concientización acerca de los cuidados del medioambiente; y nuevo conocimiento en relación con la química, al hacer uso de la reacción de transesterificación para la obtención de biodiesel. Este interés despertado en los participantes fue evidenciado en los comentarios recibidos al finalizar los talleres, y los resultados recuperados de las encuestas.

Como alternativa frente al problema de contextualizar la química, se propone la incorporación de la secuencia didáctica en las planificaciones áulicas tanto en las escuelas secundarias como así también en clases de química en la universidad.

## Financiamiento

Este trabajo fue financiado por la Secretaría de Políticas Universitarias, bajo el programa Voluntariado Universitario, convocatoria Universidades Públicas Solidarias 2021, proyecto 15213- Biodiesel comunitario.

## Referencias

- Alarcón Rodríguez, R. A. (2014). *Obtención de biodiesel a partir de mezclas de aceite usado de cocina y aceite de palma*. Universidad Santo Tomás.
- Bulte, A., Westbroek, H., de Jong, O., y Pilot, A. (2006). A research approach to designing chemistry education using authentic practices as contexts. *International Journal of Science Education*, 28(9), 1063–1086. <https://doi.org/10.1080/09500690600702520>
- Caamaño, A. (2018). Enseñar química en contexto: un recorrido por los proyectos de química en contexto desde la década de los 80 hasta la actualidad. *Educación Química*, 29(1), 21. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.1.63686>
- Cipamocha, S. M. (2022). El desarrollo de los combustibles. Un contexto de aprendizaje para la enseñanza de la química. *Educación Química*, 33(4), 169–178. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2022.4.0.82383>

- Díaz-Barriga, Á. (2013). Guía para la elaboración de una secuencia didáctica. *UNAM, México*, 10(4), 1-15. [http://envia3.xoc.uam.mx/envia-2-7/beta/uploads/recursos/xYYzPtXmGj7hZ9Ze\\_Guia\\_secuencias\\_didacticas\\_Angel\\_Diaz.pdf](http://envia3.xoc.uam.mx/envia-2-7/beta/uploads/recursos/xYYzPtXmGj7hZ9Ze_Guia_secuencias_didacticas_Angel_Diaz.pdf)
- Eilks, I. (2002). Teaching ‘Biodiesel’: a sociocritical and problem-oriented approach to chemistry teaching and student’s first views on it. *Chemistry Education*, 3(1), 77-85. <https://doi.org/10.1039/b1rp90041b>
- Ferrera Velázquez, T. I., Méndez Vargas, N. T., y Sosa Fernández, P. J. (2018). La reacción química en el bachillerato: una propuesta didáctica. *Educación Química*, 29(4), 79. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.4.63474>
- García-Díaz, M., Gandón-Hernández, J., y Maqueira-Tamayo, Y. (2013). Estudio de la obtención de biodiesel a partir de aceite comestible usado. *Tecnología Química*, 33(2), 1-6.
- Gilbert, J. (2006). On the nature of “context” in chemical education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957-976. <https://doi.org/10.1080/09500690600702470>
- Gómezescobar, A., y Simón-Medina, N. (2022). Las Matemáticas pueden ser divertidas: proyecto de innovación de Aprendizaje-Servicio en la Universidad con alumnado de Educación Primaria. *Rev. Complut. Educ*, 33(3), 425-434. <https://dx.doi.org/10.5209/rced.74267>
- Hernández, A. L. H., y Sardain, P. B. (2022). Formando al profesorado para la inclusión: evaluación de un sistema de acciones. *Revista Complutense de Educación*, 33(3), 475-483. <https://doi.org/10.5209/rced.74505>
- López, L., Bocanegra, J., y Malagón-Romero, D. (2015). Obtención de biodiesel por transesterificación de aceite de cocina usado. *Ingeniería y Universidad*, 19(1), 7-25. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.iyu19-1.sprq>
- Lorenzo, M. G. (2020). Revisando los trabajos prácticos experimentales en la enseñanza universitaria. *Aula Universitaria*, 21, 15-34. <https://doi.org/10.14409/au.2020.21.e0004>
- Villa, M. I., Marulanda, A., y Molina, T. (2020). La experimentación educativa, social y técnica en los medialabs universitarios. *Revista Complutense de Educación*, 31(2), 231-240. <https://doi.org/10.5209/rced.62114>