

Aprendizaje de las reacciones químicas según Kolb: una propuesta a partir del funcionamiento de un biodigestor

Learning of chemical reactions according to Kolb: a proposal from the functioning of a biodigester

Raul Amézquita¹

Martín Eduardo²

Yulima Barbosa³

Karen Rodríguez⁴

Sanabria Quira⁵

Resumen

El presente documento reporta los resultados del proyecto de trabajo de aula cuyo objetivo fue orientar el aprendizaje de las reacciones químicas con estudiantes de décimo grado de la institución Educativa Distrital Enrique Olaya Herrera mediante el uso de un biodigestor. Las actividades se diseñaron teniendo en cuenta el modelo experiencial de Kolb. Para la metodología se adoptó un modelo cualitativo interpretativo, en el cual se diseñó e implementó una secuencia de actividades, y además la evaluación de los resultados se hizo por medio de cuestionarios con preguntas abiertas y cerradas para caracterizar los estilos de aprendizaje. Se destaca como resultado que el grupo mostró múltiples estilos de aprendizaje, lo que permitió inferir que los estudiantes aprenden por distintos medios: esto es una característica fundamental a la hora de elegir o diseñar recursos educativos. Lo anterior se contrapone a las clases que privilegian solo un tipo de actividades; si bien se reconoce que ellas también aportan, se resalta que se agota la posibilidad

1 E-mail: dqu_raamezquitas923@pedagogica.edu.co

2 E-mail: dqu_eamartins646@pedagogica.edu.co

3 E-mail: dqu_yababosan312@pedagogica.edu.co

4 E-mail: dqu_kgrodriguez934@pedagogica.edu.co

5 E-mail: qsanabria@pedagogica.edu.co

de aprendizaje rápidamente, cansando al estudiante y, por consiguiente, al docente.

Las transiciones entre actividades de experiencia concreta (EC), Observación Reflexiva (OR), Conceptualización Abstracta (CA) y Experimentación Activa (EA) mostraron el potencial que se tiene a la hora de plantear una acción de aula que vincule el saber químico con una problemática cercana al estudiante, entre otros aspectos; asimismo, estas transiciones evidencian los retos teóricos que enfrenta el docente, quien también resuelve el problema desde su hacer y entender para acompañar sin ser interferente en el proceso propuesto. Los resultados se articularon significativamente con las metas educativas de la institución llamadas competencias olayistas.

Palabras Clave

Biodigestor, secuencia de actividades, modelo de Kolb, evaluación por competencias

Abstract

This document reports the results of the classroom work project whose objective was to guide the learning of chemical reactions with tenth grade students from the Enrique Olaya Herrera District Educational Institution through the use of a biodigester; the activities were designed taking into account Tell's Kolb's experiential model.

For the methodology, a qualitative interpretive model was adopted, in which a sequence of activities was designed and implemented, and also the evaluation of the results was done through questionnaires with open and closed questions to characterize the learning styles.

It stands out as a result that the group showed multiple learning styles, which allowed to infer that students learn by different means: this is a fundamental characteristic when choosing or designing educational resources. The above is opposed to classes that privilege only one type of activities; although it is recognized that they also contribute, it is emphasized that the possibility of

learning quickly runs out, tiring the student and therefore the teacher.

The transitions between activities of concrete experience, reflective observation, abstract conceptualization and active experimentation showed the potential that exists when considering a classroom action that links chemical knowledge with a problematic close to the student, among other aspects; these transitions also show the theoretical challenges facing the teacher, who also solves the problem with its experience and understanding without interfering in the process. The results were significantly articulated with the educational goals of the institution called olayist competencies.

Keywords

Biodigester, sequence of activities, Kolb model, competency evaluation

Introducción

El Colegio (E .O. H.) se enfoca en la formación de personas íntegras y de excelencia, competentes, creativas, éticas, autónomas, críticas y con sentido humanista. De esta manera, el proyecto educativo olayista busca contribuir y alcanzar desarrollos significativos en la integralidad del estudiante de acuerdo con las orientaciones señaladas por el Ministerio de Educación Nacional y las competencias de formación Olayista, basadas en el desarrollo del ser, el saber y el hacer.

Es por ello que el objetivo de proponer el aprendizaje de conceptos químicos desde el modelo experiencial de Kolb permite potenciar las competencias de formación olayista, en la medida en que permite un mejor desarrollo de las habilidades procedimentales, cognitivas y actitudinales del estudiantado.

Para la presente investigación de aula, los fundamentos de la enseñanza y aprendizaje de las reacciones químicas se abordaron desde el modelo experiencial de Kolb (1984), los fundamentos conceptuales en didáctica de la química (de aquí en adelante DdQ) (Chamizo, 2010; Izquierdo, 2008),

la Evaluación por Competencias de la Institución Educativa Distrital Enrique Olaya Herrera (2013) y los marcos teórico-prácticos del funcionamiento de un Biodigestor (Avicenna *et al.*, 2015; Corona, 2007; McCall, 2014; Muvhiiwa *et al.*, 2017).

En cuanto a este último aspecto, la aplicación de biodigestores como recurso didáctico y social ha logrado potenciar diferentes fines educativos y comunitarios, a saber: 1) pone en relevancia su adecuada integración al abordar contenidos de química general; 2) promueve soluciones en cuanto al manejo de residuos orgánicos; 3) posibilita la producción de sustancias de valor cotidiano (biogás, amoníaco, biofertilizante, ácido carbónico y azufre) y genera energía (Muvhiiwa, 2017; Quintero, 2015).

A partir de los fundamentos teóricos descritos, se procedió al diseño y a la planeación del montaje y de las posibles actividades a desarrollar y, posteriormente, a la evaluación-ejecución de cuatro cuestionarios para la obtención de información sobre los estilos de aprendizaje durante la intervención didáctica, la cual tuvo una duración de un año escolar. Cabe aclarar que los cuestionarios en mención no solo fueron instrumentos de recolección de datos sino que también hicieron parte de las estrategias diseñadas para la enseñanza y el aprendizaje de las reacciones químicas durante el proceso educativo.

Justificación

Este proyecto se formula a partir de la necesidad de aprovechar los residuos orgánicos que se forman en la institución (E. O. H. producto de las actividades diarias, los cuales, según se observó, son eliminados como basura o se acumulan sin un uso aparente. Estos residuos pueden ser utilizados como materia prima en la producción de sustancias de valor energético, además de coadyuvar en el fomento de una conciencia ambiental al reducir la cantidad de residuos orgánicos que normalmente se desechan. Para ello se planteó el diseño de una metodología de tipo cualitativo-interpretativo que articula el funcionamiento del biodigestor con saberes del campo de la química como, por ejemplo, los tipos de reacciones químicas, por medio

de la aplicación de cuatro cuestionarios a partir del modelo pedagógico de Kolb (1984), los fundamentos conceptuales en DdQ (Izquierdo, 2008; Chamizo, 2010) y la evaluación por competencias (MEN, 2006). Lo anterior con el fin de evidenciar que es posible usar problemáticas cercanas a las personas para aprender conocimientos básicos, formar en prácticas ambientales favorables y evaluar por competencias.

Los cuestionarios, por una parte, permitieron caracterizar los estilos de aprendizaje preferidos por los estudiantes y enfatizar “el papel central que juega la experiencia en el proceso de aprendizaje” (Kolb, 1984, p. 20); y por otra parte, permitieron articular el desarrollo de las competencias con su evaluación en el proceso educativo. Con esto, se privilegia así la experiencia subjetiva, la cognición y la percepción frente a la adquisición de símbolos abstractos, captando el interés de los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias de modo que paulatinamente sus estructuras cognitivas les permitan crear simulaciones, abstracciones y reflexiones sobre los tipos de reacciones químicas y, por consiguiente, el valor agregado de comprender situaciones cotidianas.

Objetivo general

Orientar la enseñanza y el aprendizaje de las reacciones químicas en estudiantes de décimo grado del E. O. H. por medio de la implementación de un proyecto de aula soportado en el funcionamiento de un biodigestor y el modelo experiencial de Kolb.

Objetivos específicos

- Analizar y caracterizar los estilos de aprendizaje de estudiantes de grado décimo durante la implementación didáctica.
- Construir un biodigestor como herramienta de enseñanza y aprendizaje de reacciones químicas.
- Analizar los resultados de los estudiantes con base en los estilos de aprendizaje durante la implementación de los diferentes cuestionarios.

Marco teórico

La presente sección contiene cuatro apartados principales. En el primero, se aborda la evaluación por competencias en relación con las competencias olayistas; en la segunda, se abordan los fundamentos didácticos que sustentan la enseñanza llevada a cabo; en la tercera, se expone los modos y los estilos preferentes de aprendizaje desarrollados en el modelo experiencial de Kolb y, en la cuarta sección, se argumentan los procesos, procedimientos y factores que intervienen en la construcción y funcionamiento del biodigestor.

Evaluación por competencias

La evaluación por competencias busca el desarrollo de las mismas, entendidas como “la capacidad de usar los conocimientos en situaciones distintas de aquellas de las que se aprendieron” (MEN, 2006, p. 12). La evaluación por competencias es acogida por la institución del presente estudio, la cual “se rige por los elementos establecidos en relación con estándares, competencias, lineamientos curriculares, logros e indicadores de logro señalados por el Ministerio de Educación Nacional” (Institución Educativa Distrital Enrique Olaya Herrera, 2013, p. 7). En esta medida, la institución describe cinco competencias articuladas con los referentes del MEN (2006), las cuales son: Aprender a Aprender, Ética, Pensar, Comunicación y Trabajo y Aprendizaje Cooperativo.

Fundamentos en didáctica de la química (DdQ)

El cambio del modelo tradicional al modelo de evaluación por competencias (MEN, 2006) conlleva una reestructuración de los temas, las estrategias y las metodologías docentes (Izquierdo, 2008) para propiciar la adquisición y el desarrollo de las competencias básicas en ciencias desde los estándares propuestos. En este sentido, Izquierdo (2008) propone abordar la clase de ciencias teniendo en cuenta los hechos, los modelos y el lenguaje, de modo que este último permite caracterizar el modelo y por medio de analogías entre este (que es

la representación analógica del mundo) (Chamizo, 2010) y los hechos se conciba la enseñanza de las ciencias. Así, Izquierdo (2008) antepone empezar el proceso de enseñanza con la vinculación de los estudiantes a los hechos, fenómenos y porciones del mundo para después argumentar sobre las reglas, condiciones, valores, lenguajes y entidades que formula la ciencia sobre su objeto de estudio. En este proceso se destacan tres dimensiones (pensar, actuar y comunicar) que Guidoni (citado en Izquierdo, 2008) considera fundamentales en la enseñanza de las ciencias, tomadas como un sistema en el aula. La enseñanza de las ciencias desde un modelo evaluativo por competencias y tomando en cuenta la relación hechos-modelos-lenguajes tiene una relación importante con el modelo del aprendizaje de Kolb.

Modelo del aprendizaje experiencial de Kolb

Este modelo se fundamenta en asumir el aprendizaje como un proceso y no como un resultado. Por lo tanto, las ideas y los conceptos no son invariables ni fijos, sino que se construyen y reconstruyen por medio de la experiencia. El proceso de aprendizaje “requiere la resolución de conflictos entre modos de adaptación dialécticamente opuestos [...]. Los nuevos conocimientos, habilidades o actitudes se logran a través de la confrontación entre cuatro modos de aprendizaje experiencial” (Kolb, 1984). Los cuatro modos del aprendizaje experiencial son las habilidades y capacidades denominadas Experiencia Concreta (EC), Observación Reflexiva (OR), Conceptualización Abstracta (CA) y Experimentación Activa (EA). Estos modos de aprendizaje enriquecen los criterios de caracterización con las siguientes categorías: divergente, asimilador, convergente y acomodador. Por consiguiente, Kolb (1984) argumenta que los estudiantes deben elegir continuamente las habilidades de aprendizaje para cada situación particular de aprendizaje.

La caracterización de los estilos de aprendizaje que se evidenciaron en los estudiantes que participaron en esta propuesta permitieron diseñar una serie de actividades a partir del funcionamiento

del biodigestor, las cuales provocan, cuestionan y sugieren el trabajo colectivo para resolver las situaciones planteadas.

El biodigestor como estrategia

Los biodigestores son contenedores cerrados y herméticos, de diversos diseños y materiales (Corona, 2007) en los que se deposita residuos orgánicos mezclados con agua para producir principalmente biogás y fertilizante orgánico debido a la descomposición de la materia orgánica en ausencia de oxígeno por diversos tipos de microorganismos (Avicenna *et al.*, 2015) mediante el proceso conocido como digestión anaerobia. Según la literatura existen dos tipos de biodigestores a saber: de tipo continuo y discontinuo; estos se diferencian por el periodo de alimentación, el cual puede ser diario (continuo), o cada x cantidad de tiempo

(discontinuo). Sin embargo, cualquier tipo de biodigestor tiene las siguientes partes comunes: biorreactor, cámara de almacenamiento, tubería de transporte y válvulas de regulación.

La productividad de la maquinaria depende de variables físicas y químicas que pueden ser reguladas por los operarios de manera sencilla y sin peligro. Estas variables regularmente son: temperatura, presión, pH, %N, %Metales pesados, DOB (Demanda de oxígeno biológico), DOQ (Demanda de oxígeno químico).

Los microorganismos encargados de degradar los residuos orgánicos (sustratos) proceden a catalizar tres procesos: Hidrólisis, Acidogénesis y Metanogénesis; los cuales, a su vez, se regulan en cuatro etapas: Hidrolítica, Acidogénica, Acetogénica y Metanogénica (González, 2014).

Tabla 1. Etapas en las que influyen los microorganismos en la degradación de los residuos orgánicos

Etapa	Reacción	pH
Hidrolíticas	Degradación de moléculas complejas en moléculas sencillas	7,2-7,4
Acidogénicas	Transformación de moléculas sencillas en la producción de ácido acético	7-7,2
Acetogénicos	$4H_2 + 2CO_2 \rightarrow CH_3COOH + 2H_2O$	7 - 7,2
Metanogénicos	$CH_3COOH \rightarrow CH_4 + CO_2$ $4H_2 + CO_2 \rightarrow CH_4 + 2H_2O$	6,5-7,5

Para el empleo de bacterias, se tuvo en cuenta los parámetros establecidos de intervalo óptimo de temperatura para las bacterias mesofílicas de 28-35 °C (McCall, 2014; Muvhiiwa *et al.*, 2017) con un tiempo de retención de más de 100 días y para las bacterias psicrófilas (15-18°C) con un tiempo de retención de 30 a 60 días (González, 2014).

Metodología

En este apartado del documento se explicará cómo se planteó la ruta para el desarrollo del trabajo y de igual manera se indica la población de estudio.

Población

Se trabajó en el colegio en los periodos 2018-1 y 2018-2, con cuatro cursos de grado decimo de los seis que existen en la institución, los cuales cuentan con 142 estudiantes. Se aplicaron los cuestionarios que permitieron analizar y caracterizar los estilos de aprendizaje de los participantes.

Fases

Este proyecto se divide en tres fases: construcción del biodigestor, diseño-planeación y ejecución-evaluación. En la primera fase la construcción del

biodigestor exigió un estudio de análisis de carga, una adecuación del terreno y un ensamble del montaje. La segunda fase se centró en la caracterización de los estilos de aprendizaje (diagnóstico estandarizado; resolución de problemas y ejercicios de lápiz y papel, y experimentación en el

aula), además de orientar el proceso de diseño de la estrategia de enseñanza de las reacciones químicas. La tercera fase se orientó a la ejecución y evaluación de los objetivos propuestos de acuerdo a los propósitos de aprendizaje que incluyeron el trabajo experimental.

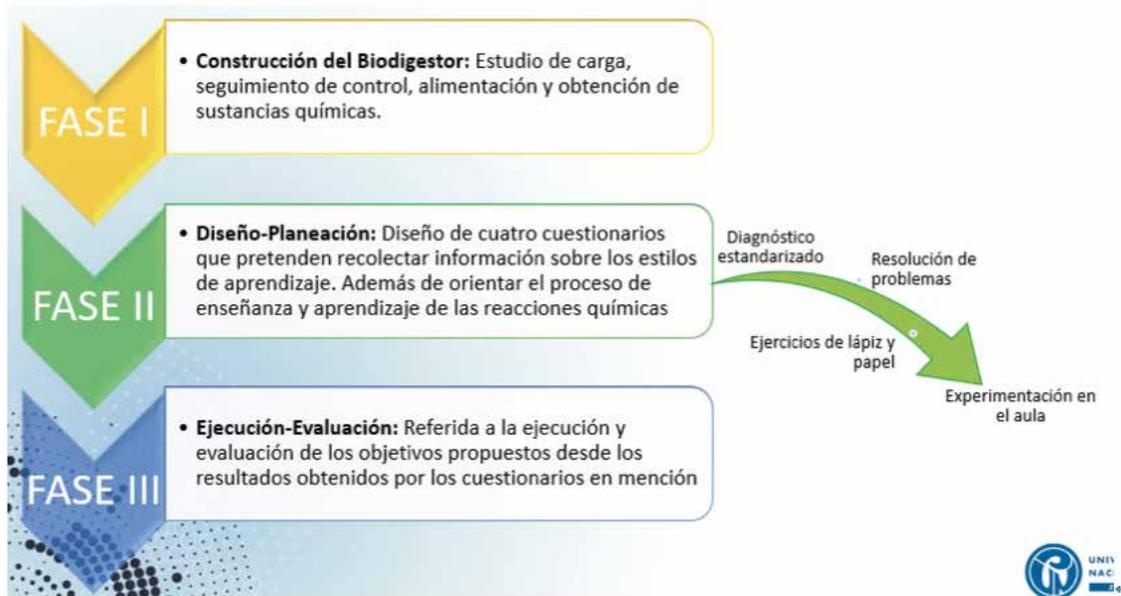


Figura 1. Metodología descrita en fases y tareas de trabajo

Resultados

Fase I

En primer lugar, se hizo un análisis de la ruta de recolección de basuras que tiene el colegio para establecer un mecanismo de obtención de materia prima para el biodigestor; se estima que

diariamente se incluirían 1 kg diario de materia prima, por este motivo se diseñó un biodigestor de tipo continuo para lograr una alimentación periódica y constante que no genere almacenamiento de materia orgánica. Partiendo de estas condiciones, se generó la modelación matemática (planos, costos y área necesaria) (ver figura 2), y de esta manera se delimitaron las condiciones para que la experimentación se desarrollara de forma segura.

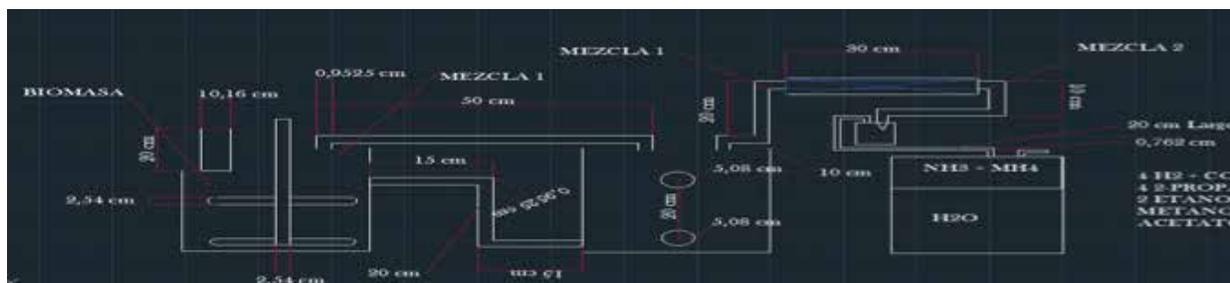


Figura 2. Planos en 2D del biodigestor a construir

Construcción del biodigestor

La primera parte exigió adecuar el terreno, las tuberías y los empaques; hecho lo anterior se procedió a la construcción del biodigestor teniendo como parámetros los planos realizados para este proyecto.

La segunda parte consistió en establecer un lugar para la ubicación del biodigestor que no interfiriera en las actividades escolares debido a que es normal la emisión de gases.

La tercera y última parte del ensamble se inició realizando una incubadora para aumentar la población

de bacterias, las cuales estuvieron allí por 2 semanas; posteriormente, estas se ingresaron al biorreactor con la materia prima.

Fase II

La caracterización de los estilos de aprendizaje se hizo por medio del instrumento ISALEM (L'Inventaire des Styles d'Apprentissage du Laboratoire d'Enseignement Multimédia de la universidad de Lieja). Los resultados se pueden apreciar en la tabla 2.

Tabla 2 . Resultados de la prueba diagnóstico

Estilo	1002	1004	1005	1006	Total estudiantes	porcentajes
Convergente	20	2	4	25	51	35,91%
Divergente	3	1	21	1	26	18,31%
Asmilador	2	0	6	3	11	7,75%
Acomodador	5	32	2	4	43	30,29%
Divergente-Asmilador	2	0	0	1	3	2,12%
Convergente-Acomodador	1	1	0	0	2	1,40%
Divergente-Acomodador	0	1	1	1	3	2,12%
Convergente-Asmilador	0		1	1	2	1,40%
Cuatro estilos	0	1	0	0	1	0,70%
Total	33	38	35	36	142	100%

Como se nota en los datos, en la población participante predomina el estilo convergente de aprendizaje. Este responde a un grupo de estudiantes que privilegian la Conceptualización Abstracta (CA) y Experimentación Activa (EA). Estos estudiantes se caracterizan por desempeñarse mejor en las pruebas que requieren respuesta o solución concreta, debido a que suelen organizar sus conocimientos usando un razonamiento hipotético deductivo, y orientarse más por las cosas que por las personas. Ellos funcionan bien en proyectos prácticos, clasificación de información y ejercicios de memorización (Kolb, 1984).

Fase III: Resultados de los instrumentos

A partir del modelo experiencial de Kolb fue posible caracterizar los estilos de aprendizaje de cada

alumno, teniendo en cuenta que al evaluar se buscaba valorar o estimar sus fortalezas y debilidades en este proceso, contando con la existencia de una correlación entre los diferentes estilos. Según lo anterior, es posible afirmar que cada alumno puede apropiarse de un estilo, dependiendo de la actividad que esté desarrollando (diagnóstico, consultas, realización de vídeos, experimentos o resolución de problemas). Esto fue observado en cada curso, en los cuales se realizaron diferentes estrategias de aprendizaje que le permitieron al estudiante aprender y desarrollar distintas formas de solucionar problemas.

Dichas estrategias se evaluaron para hacer seguimiento a las competencias a través de las habilidades y actitudes que se identificaron por medio de los instrumentos implementados.

Tabla 3. Resultados de las actividades propuestas desde las categorías de aprendizaje

Instrumento/ estilo de aprendizaje	Acomodador	Divergente	Asimilador	Convergente
Diagnóstico	29,29%	24,24%	8,8%	39,39%
Resolución de problemas	41,41%	9,1%	11,11%	38,38%
Consultas y videos	25,25%	10,10%	35,35%	30,30%
Experimentación en el aula	30%	28%	18%	24%

Como se nota en los resultados, a medida que se implementaron las estrategias, se notó un aumento del estilo de aprendizaje convergente; por supuesto, los cambios no son radicales, sino progresivos, lo que indicó que la propuesta diseñada necesita de mayor tiempo de permanencia

como metodología de aula para identificar cambios más significativos en la población. A continuación, se comparten ejemplos sobre el tipo de argumentos que fueron escritos por los estudiantes cuando se les pidió que explicaran la importancia de las bacterias en el sistema.

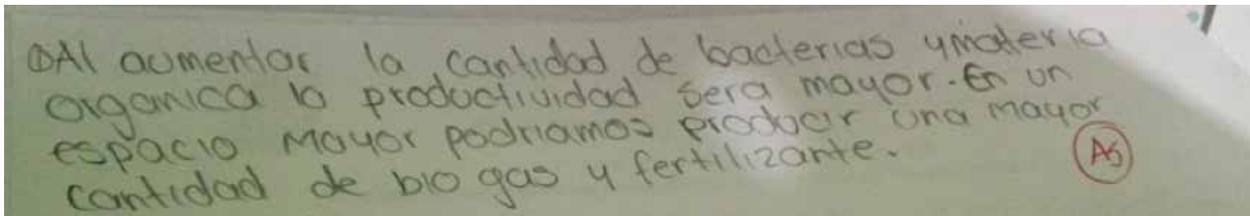


Figura 3. Respuesta de un estudiante

Esta respuesta se obtuvo a partir del instrumento de resolución de problemas, en el que se observa que se prioriza un estilo asimilador: el estudiante

interioriza definiciones abstractas y produce una generalización que está basada en hipótesis que ha construido previamente.

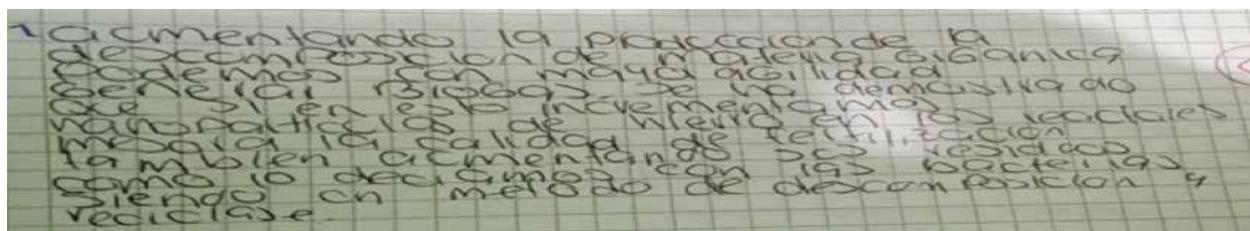


Figura 4. Respuesta a una de las actividades de resolución de problemas

La figura 4 muestra el resultado de una actividad que se basa en el estilo de aprendizaje convergente: tras la visualización y explicación por parte del docente, el estudiante trata de poner en práctica los conocimientos adquiridos dando solución

a una situación o problema, lo que Kolb llama experiencia activa.

Por otra parte, a partir de instrumentos tales como consultas y videos, se obtuvo lo siguiente:

6. Contribuye a la reducción de problemas de contaminación de las zonas residenciales mantiene el equilibrio ambiental y mejora la estética de los suelos.

6. Cubrir el medio ambiente de manera más dinámica e incentivar a las personas a utilizar los recursos para así crear combustibles biocompatibles.

Figura 5 y 6. Respuesta del estudiante a la actividad con consultas y videos informativos

En las figuras 5 y 6 el estudiante responde a una pregunta concreta sobre la información que se encuentra en un video y una consulta. En la primera imagen se puede observar que el estudiante responde de manera precisa, lo que indica que tiene un tipo de organización teórica. La segunda corresponde a un estudiante que tiene una postura

de observador reflexivo, ya que observa la situación (el video en este caso) e intenta extrapolar a situaciones cercanas a él.

Asimismo, en los instrumentos tales como el diagnóstico y las actividades de lápiz y papel, se obtuvieron las siguientes evidencias:



Figura 7. Respuesta de un estudiante en la actividad con instrumentos de diagnóstico y actividades de lápiz y papel

En la figura anterior se puede observar cierto grado de abstracción, teniendo en cuenta lo que se emplea para formar las generalizaciones; estas le sirven al estudiante a crear representaciones, es decir, refleja un estilo de aprendizaje asimilador

que le ayuda a construir una solución al problema. El alumno se basa además en la conceptualización y la observación reflexiva para realizar un modelo que mejora su comprensión.

Una de las características más importantes de la biodigestión es que disminuye el potencial contaminante de los excrementos de origen animal y humano, disminuyendo la demanda química de oxígeno DQO y la Demanda biológica de oxígeno DBO hasta en un 90% (dependiendo de las condiciones de diseño y operación).

Transcripción figura 8: “Una de las características más importantes de la biodigestión es que disminuye el potencial contaminante de los excrementos de origen animal y humano, disminuyendo la demanda química de oxígeno D10 y la demanda biológica de oxígeno D30 hasta en un 90% (dependiendo de las condiciones de diseño y operación)”.

3. Transformar residuos orgánicos en gases, y a la vez, reducir las emisiones a la atmósfera con el propósito de extensión de energía, permitiendo bienestar económico, desarrollo social y cultura ambiental.

Transcripción figura 9: “Transformar residuos orgánicos en gases, y a la vez, reducir las emisiones a la atmósfera con el propósito de extensión de energía, permitiendo bienestar económico, desarrollo social y cultura ambiental”.

Figuras 8 y 9. Respuestas de estudiantes a la actividad de aprendizaje asimilador

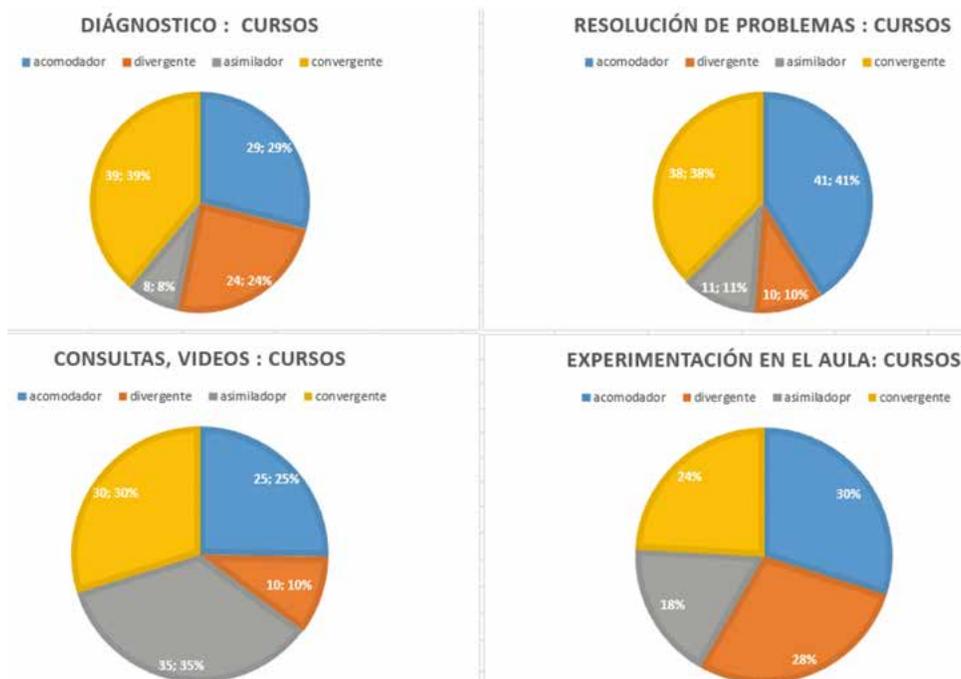


Figura 13. Gráficos alusivos al estilo de aprendizaje predominante en las actividades propuestas

De las figuras 8 y 9 se observa un estilo de aprendizaje asimilador, pues suelen mostrar más interés por las ideas abstractas y no por las aplicaciones prácticas de las teorías. Estos estudiantes tratan de comprender las ideas que adquieren a través de varios medios, por esta razón disfrutan trabajos que implican consultas. Este es un estilo de aprendizaje considerado como el modo característico de la cognición, que se manifiestan según la voluntad del estudiante, así como de sus preferencias con respecto a la conceptualización y organización de la información y demás aspectos que le permiten llevar a cabo alguna actividad.

Conclusiones

La construcción del biodigestor tuvo resultados satisfactorios para la producción de diferentes compuestos químicos como el metano, el azufre y el amoníaco, y puede considerarse una herramienta didáctica para que el estudiante comprenda que los desechos orgánicos pueden ser utilizados para producir sustancias con un nuevo valor.

Los resultados de los cuestionarios evidenciaron que los estilos de aprendizaje de los estudiantes cambian, son dinámicos y se orientan dependiendo de las actividades y diseños de enseñanza que propongan los docentes. En tal sentido, estos pueden potenciar las competencias de pensamiento, comunicación y habilidades experienciales en el alumnado a partir de sus estrategias de clase.

El estilo con mayor prevalencia en el grupo de alumnos es el convergente, caracterizado por tener una finalidad concreta y poseer un marco referencial; estos disfrutan de actividades escolares como los talleres y la elaboración de soluciones a las situaciones problema.

Bibliografía

- Avicenna, M., Ihsan, S., y Setyobudi, R. (2015). Process Improvement of Biogas Production from Anaerobic Co-digestion of Cow Dung and Corn Husk. *Procedia Chemistry*, 14, 91-100.
- Chamizo, J. A. (2010). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka*
- Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(1), 26-41.
- Corona, I. (2007). *Biodigestores*. Estado de Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- González, A. M. (2014). *Estudio técnico-económico para la producción de biogás a partir de residuos agrícolas mediante digestión anaerobia* (Trabajo de Magister en Ingeniería Química y Ambiental). Sevilla, España: Universidad de Sevilla.
- Institución Educativa Distrital Enrique Olaya Herrera (marzo de 2013). *Colegio Enrique Olaya Herrera. PEI*. Recuperado de <http://colegioenriqueolayaherrera.edu.co/gobierno-escolar/pei>
- Izquierdo, M. (2008). La organización y secuenciación de los contenidos para su enseñanza. En A. Aduriz-Bravo, F. Angulo y D. Couso, *Áreas y estrategias de investigación en la didáctica de las ciencias experimentales* (pp. 23-37). España: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning: Experience As The Source Of Learning And Development*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs.
- McCall, S. R. (2014). *Maximizing the Production of Biogas in an Instructional Manipulative Designed to Teach Energy Concepts to High School Students*. Arizona: Arizona State University.
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas*. Colombia: Autor.
- Muvhiwa, R., Hildebrandt, D., Chimwani, N., Ngubwana, L., y Matambo, T. (2017). The Impact and Challenges of Sustainable Biogas Implementation: Moving Towards a Bio-Based Economy. *Energy, Sustainability and Society*, 7, 1-11.
- Plaza G., M. (s. f.). *El biodigestor como recurso didáctico en la educación*. Consejo de investigación de la Universidad Nacional de Salta.
- Quintero, J. D. (2015). Construcción de un biodigestor y sus implicaciones en la enseñanza de la química: Una experiencia de aula basada en una cuestión sociocientífica (CSC). *PPDQ Boletín*, 54, 13-22.
- Therer, R. C. (1985). *ISALEM-97. Votre style d'apprentissage préférentiel*. Paris, Francia: Learning-Style Inventory.