



Construcción de un biodigestor y sus implicaciones en la enseñanza de la química: Una experiencia de aula basada en una CSC

Quintero Puentes Juan David

Docente en Formación Inicial. Universidad Pedagógica Nacional

ARTICLE INFO

Recibido: 3 de fevereiro de 2015

Aceptado: 10 de março de 2015

Palabras clave:

Educación Secundaria.
Enseñanza de la Química.
Biodigestor.
Cuestiones socio científicas

E-mail:

miar@terra.com.br
rosedias10@gmail.com
eliana.monteiro1961@hotmail.com

ISSN 2007-9842

© 2016 Institute of Science Education.
All rights reserved

ABSTRACT

A través del diseño, construcción y utilización de un biodigestor de única descarga, se plantea una estrategia de intervención para el primer semestre del año 2014, con un grupo de 30 estudiantes, de grado undécimo del Instituto Pedagógico Nacional. En el transcurso de la intervención se estudian los conceptos de cinética química, pH y equilibrio químico relacionándolos con la velocidad de descomposición de la materia orgánica, que conlleva a la producción de biogás, las condiciones de pH óptimas para la subsistencia de las bacterias y los factores que afectan la velocidad de reacción. Dentro de las principales estrategias usadas están las lecturas, tanto académicas como notas informativas, que permiten orientar discusiones en el campo de las CSC, y visitas a la granja –lugar en donde se dispone el biodigestor–. Los resultados obtenidos son satisfactorios, puesto que las actividades planeadas como: laboratorios, visitas, seguimiento de las condiciones de producción de biogás en el biodigestor, y la articulación del currículo en química con una CSC, permiten generar una mejor disposición para la clase de química, y se incentiva el pensamiento crítico de los estudiantes. Además, la actividad que se realiza con los estudiantes permite profundizar en las implicaciones, y la búsqueda de posibles soluciones frente al impacto ambiental y social que implica la explotación a gran escala de gas.

Through the design, construction and use of a single download digester, an intervention strategy for the first half of 2014 with a group of 30 high school juniors National Pedagogical Institute arises. During the intervention the concepts of chemical kinetics, pH and chemical equilibrium are studied, relating the rate of decomposition of organic matter, leading to the production of biogas, pH optimum conditions for the survival of bacteria and factors affecting the reaction rate. Among the main strategies used are both academic lectures and briefings, capable of guiding discussions in the field of CSC, and visits to the farm, a place where the digester is available. The results are satisfactory, since the activities planned as: laboratories, visits, monitoring of the conditions of production of biogas in the digester, and articulation of the curriculum in chemistry with a CSC, can generate more willing to chemistry class and encourages critical thinking of students. In addition, the activity carried out with students can deepen the implications and finding possible solutions to the environmental and social impact that involves large-scale exploitation of gas.

I. INTRODUCCIÓN

I.1 Justificación

La propuesta para la enseñanza se formula basándose en la necesidad de cambiar las dinámicas en la Enseñanza de la Química. Respondiendo a dicho cuestionamiento, se deben buscar nuevas metodologías que fomenten en los estudiantes la capacidad de indagación, cuestionando su entorno y las prácticas sociales que afectan su cotidianidad. Esta es la razón que justifica la formulación de estrategias que innoven las prácticas de enseñanza y permitan una

mayor capacidad de disertación entre los estudiantes y el profesor; logrando un cambio conceptual y un compromiso en la búsqueda de alternativas que remedien problemas que los aquejan.

I.2 Antecedentes

Las experiencias buscadas se basan en la necesidad de involucrar en la escuela estrategias didácticas social y ambientalmente responsables, que permitan la participación de todos los miembros de la comunidad, y que logren impactos significativos en sus entornos. El factor común es el diseño e implementación de un biodigestor, como una alternativa que haga frente al uso de energías no renovables.

Para citar algunas experiencias significativas se encuentran los trabajos de Souza & Martins (2011) y del Instituto Universitario de Tecnología de Maracaibo (2013).

I.3 Pregunta problema

¿Qué impacto genera en la Enseñanza de la Química la construcción de un biodigestor, y la articulación de los procesos involucrados en la producción de biogás con el currículo, planteando una CSC para fomentar el pensamiento crítico en los estudiantes del curso 11-4 del IPN?

I.4 Objetivos

Objetivo General

Diseñar una estrategia de enseñanza donde se aborden los temas de química de grado 11, relacionando los mismos con cuestiones socio científicas, asociadas a energías renovables.

Objetivos Específicos

- Proponer una práctica de laboratorio donde se asocie el uso de energías renovables con la construcción de un biodigestor y el análisis elemental de la materia orgánica usada.
- Construir un biodigestor en compañía de los estudiantes y realizar un seguimiento periódico del proceso de biodigestión.
- Describir el impacto de la estrategia didáctica en los estudiantes utilizando una prueba Likert.

I.5 Metodología

Dada la naturaleza de la propuesta de intervención didáctica el enfoque investigativo que se asume es de tipo cualitativo cuasi experimental, puesto que en el transcurso de la intervención los resultados obtenidos se basan en evidencias escritas, opiniones y registros fotográficos de las actividades realizadas con los estudiantes del curso 11-4 del IPN.

El proyecto se realiza en tres fases: la primera fase de observación realizada en el segundo semestre del año 2013, la segunda fase de intervención realizada entre febrero y mayo de 2014, y la fase final de análisis de resultados y conclusiones, realizada en junio de 2014.

II. RESULTADOS Y ANÁLISIS

A continuación se hace un balance general de los resultados obtenidos en el diseño e implementación de las actividades propuestas en el proyecto.

La primera actividad, realizada con los estudiantes es la lectura: *¿Qué es el biogás?*, donde se daban las pautas de qué es un biodigestor, para qué sirve, qué produce, cómo se alimenta. Además, se hace un esbozo de las variables que afectan la velocidad de formación del gas.

Esta actividad se lleva a cabo en el transcurso de la clase de química –específicamente en cinética química–, y se logra relacionar la velocidad de reacción y los factores que afectan la misma con el proceso de producción de biogás.

La aplicación de la actividad es satisfactoria y contribuye al desarrollo de la construcción del biodigestor, puesto que los estudiantes tienen claro cuál es el principal objetivo de la elaboración del biodigestor, y qué factores afectan la producción de biogás. A modo de ejemplo: el pH favorable en la biodigestión es aproximadamente 7, entonces los estudiantes basados en esa información, hacen la clasificación de la materia orgánica útil, y evitan traer desechos de cítricos u otros que elevaran la acidez del medio.

La actividad principal planeada para el desarrollo del proyecto es la construcción del biodigestor, con la ayuda de los estudiantes. Para ello, se programa una actividad inicial, un plegable que daba las indicaciones de la materia orgánica útil para el proceso de biodigestión. Posteriormente en un transcurso de 15 días, se realiza la separación en la fuente de los residuos de cocina útiles, para traerlos al colegio y realizar un análisis elemental, donde se identifica carbono e hidrógeno. Una vez realizado el análisis elemental, los residuos orgánicos se homogenizan con agua y se vierten a la cámara de biodigestión. Los estudiantes hicieron el registro fotográfico de la actividad.



FIGURA 1. Registros fotográficos realizados por los estudiantes en la elaboración del biodigestor.

Después de la elaboración del biodigestor sigue un paso importante: el seguimiento periódico de las condiciones de biodigestión. Para ello se realizan visitas periódicas a la granja, haciendo un registro escrito de las condiciones del biodigestor, cambios apreciables o formación de burbujas o capas en el bioreactor.

La disposición que los estudiantes muestran en el transcurso del proyecto, indica que la experiencia genera impacto positivo, y tiene gran aceptación en el curso. Además, algunos de los estudiantes manifiestan que por medio de la experiencia logran aprender la química de una forma novedosa; y reconocen la construcción del biodigestor como una herramienta que permite producir energía más limpia y renovable, donde se aprovechen los residuos orgánicos que se desechan en el hogar, generando estrategias con un impacto ambiental positivo.



FIGURA 2. Proceso del biodigestor

La actividad final, donde se plantea una controversia relacionada con la explotación de gas natural, los impactos políticos, sociales y ambientales que este acto desmesurado provoca, y la posibilidad de mitigar el impacto por medio de estrategias ambientalmente amigables –como la construcción de un biodigestor–, son tratadas en un debate. En dicha actividad los estudiantes escogen una noticia que narra una problemática asociada a la explotación de gas natural a

nivel global, con esa noticia ellos toman una postura, ya sea a favor o en contra. Por último, relacionan el problema que narra la noticia, con la construcción del biodigestor como una posibilidad de mitigar la problemática mencionada en las noticias trabajadas.

Los resultados obtenidos en el debate son satisfactorios, en la medida que los estudiantes logran identificar el problema de la explotación desmesurada de gas metano, con la búsqueda de alternativas que logren disminuir los impactos que trae el uso de recursos energéticos no renovables. Además, se logra generar una controversia y alimentar el pensamiento crítico de los estudiantes por medio de la misma.

La posibilidad de crear controversia y usarla, para relacionar la química con los problemas ambientales que involucran la explotación de recursos no renovables, es uno de los principales objetivos de esta experiencia. Los resultados obtenidos indican que, efectivamente se pueden lograr escenarios donde el saber químico permita entender problemas socialmente relevantes.

En ese orden de ideas, la construcción del biodigestor permite articular el currículo en química con los problemas que genera la explotación de gas metano para satisfacer la demanda energética global, posibilitando el dialogo de saberes entre el DFI y los estudiantes. Y de esta manera, transformar el papel del estudiante en el proceso de enseñanza, pasando de un estudiante pasivo y receptivo a un estudiante activo, que indaga y propone en clase. Si esta actitud es cultivada en todo el proceso de formación del estudiante, se obtendrá un ciudadano consiente, responsable y con conciencia colectiva, capaz de dar soluciones oportunas a los problemas que la sociedad pueda tener en un mediano plazo, fortaleciendo el tejido social desde la escuela (que en principio es la responsable de dicho proceso).

A continuación, se muestra algunas opiniones que reflejan los estudiantes tras finalizar la actividad.

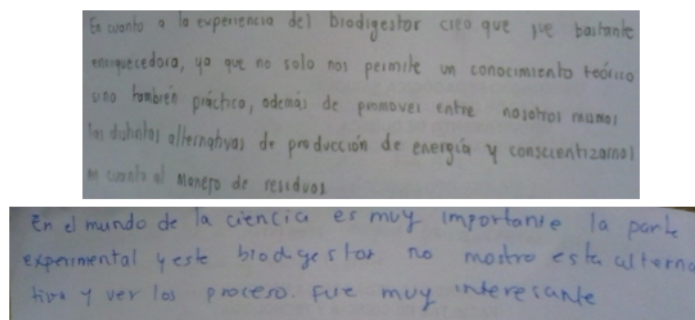


FIGURA 3. Opiniones de los estudiantes.

III. CONCLUSIONES

Analizando los resultados obtenidos y contrastándolos con los objetivos planteados al iniciar el proyecto, se concluye que estos fueron cumplidos en gran medida, la propuesta de intervención planeada y ejecutada en el primer semestre del año 2014, logró abordar la mayoría de los temas propuestos en el currículo de química, para el primer semestre del año en curso. Además, se articularon satisfactoriamente los temas vistos en clase con la elaboración del biodigestor y la producción de biogás, generando nuevas dinámicas de enseñanza y fomentando el gusto por la química en la mayoría de los estudiantes.

El diseño de la práctica de laboratorio tuvo gran acogida en los estudiantes y permitió cambiar la disposición y actitud de los estudiantes, como se corrobora en la prueba likert. Adicionalmente, se relacionó la construcción del biodigestor y las materias primas usadas para tal fin, con el análisis elemental de carbono e hidrogeno, contrastando de esa manera que la materia prima usada para la elaboración del biodigestor, en verdad eran desechos orgánicos.

La construcción y seguimiento periódico de la actividad del biodigestor, permitió romper algunos paradigmas que los estudiantes tenían hacia la química, generando nuevas alternativas para la Enseñanza de la Ciencia, y motivando a los estudiantes a la construcción del pensamiento crítico, que les permita cuestionar las realidades y

formular estrategias que puedan resolver problemas al mediano plazo. Cabe resaltar que la experiencia fue “enriquecedora” para los estudiantes, y les permitió tener una nueva mirada de ciencia. Una ciencia responsable socialmente y capaz de formular alternativas que evitan la destrucción de los recursos naturales, y la pérdida del tejido social a costa de la explotación de las grandes mineras.

El análisis de las noticias trabajadas con los estudiantes permitió crear controversias que fueron aprovechadas para incentivar el pensamiento crítico, además lograron poner de manifiesto una posición clara y argumentada sobre la explotación de recursos naturales y el daño que esto ocasiona en las comunidades y cómo estrategias planteadas desde la escuela como la construcción de un biodigestor puede solucionar en gran medida el problema generado.

Frente a la pregunta problema se concluye que, la construcción del biodigestor generó un gran impacto en los estudiantes y logró innovar en la enseñanza de la química, al articular los temas estudiados con la actividad, y la CSC planteada permitió crear nuevas expectativas en los estudiantes frente al uso de energías ambientalmente responsables.

Por último, es importante resaltar que el uso de CSC permite favorecer los procesos de Enseñanza de la Química, puesto que el saber adquirido puede ser aplicado en el contexto cotidiano, explicando fenómenos, indagando, proponiendo posibles soluciones, y generando conciencia crítica en cuanto al papel de la química en la búsqueda de soluciones que repercutan positivamente en el contexto social.

REFERENCIAS

Izquierdo, M., Sanmartí, N. & Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17, 45-59.

Llano, M., Muller, G., Hernandez, M., Miklos, T. & Murgia, W. (1998). ¿Se aprende en el laboratorio? *Educación química*, 9(1), 28-33.

Martínez, L., Parga, D. L. & Gómez, D. L. (2012). Cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores en ciencias. *Revista EDUCyT (Vol. Extraordinario)*, 139-151.

Reyes-Sánchez, L. B. (2012). Aporte de la química verde a la construcción de una ciencia socialmente responsable. *Educación Química*, 23(2) 222-229.

Souza, F. & Matins, P. (2011). Ciência e Tecnologia na Escola: Desenvolvendo cidadania por meio do projecto "Biogas energia renovável para o futuro". *Química nova na escola*, 33(1), 19-25.

Talanquer, V. (2000). El movimiento CTS en México, ¿vencedor o vencido? *Educación Química*, 11(4), 381-386.

Torres, N. (2010). Las cuestiones sociocientíficas: Una alternativa de educación para la sostenibilidad. *Revista Luna azul*, 32, 80-85.

Vilches, A. & Gil Pérez, D. (2011). Papel de la química y su enseñanza en la construcción de un futuro sostenible. *Educación química*, 22(2), 103-116.

ANEXO 1: GUÍA DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
INSTITUTO PEDAGÓGICO NACIONAL
ÁREA DE CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL



PRACTICA EXPERIMENTAL N°2: IDENTIFICACIÓN DE C, H, N EN UNA MUESTRA ORGÁNICA Y ENSAMBLADO DEL BIODIGESTOR

OBJETIVOS.

- Realizar el análisis elemental para identificar C, H y N de la materia orgánica usada en la biodigestión.
- Clasificar la materia orgánica útil para el proceso de biodigestión.
- Cargar el biodigestor para la obtención de biogás.
- Analizar los factores que se deben tener en cuenta para la producción de biogás.

MATERIALES Y REACTIVOS.

- 2 tubos de ensayo con desprendimiento.
- 2 corchos para tubo de ensayo
- 2 mangueras de hule
- 2 tubos de ensayo
- 1 mechero
- vaso de precipitados de 1l
- agitador de vidrio
- óxido cúprico
- solución de hidróxido de bario
- cal sodada (CaO en NaOH)
- NaOH 6N
- fenolftaleina
- tirillas de papel indicador universal

MARCO TEÓRICO.

¿Qué es un biodigestor?

Es un recipiente o tanque (cerrado herméticamente) que se carga con residuos orgánicos. En su interior se produce la descomposición de la materia orgánica para generar biogás, el cual puede reemplazar al gas natural (de garrafas o red pública). El residuo, luego de ser descompuesto, se utiliza como biofertilizante. El biodigestor puede ser construido con diversos materiales como ladrillo y cemento, metal o plástico.

¿Qué es la digestión anaeróbica?

Es una fermentación en la que los residuos orgánicos son descompuestos en ausencia de oxígeno para producir biogás. Para que exista, deben desarrollarse bacterias anaeróbicas y sobre todo bacterias metanogénicas que producen biogás. Estas bacterias se pueden encontrar en líquidos ruminales (contenido del estómago de vacas, ovejas, cabras, etc.), en guanos de cerdos y rumiantes, en lodos de tratamiento de efluentes y de otros biodigestores. Se debe cargar el biodigestor con estas bacterias para que mediante la digestión de los residuos se produzca biogás.

¿Qué es el biogás?

Es una mezcla de gases compuesta, en su mayor parte, por metano y dióxido de carbono en proporciones que varían según el residuo degradado. Este gas es obtenido en el proceso de digestión anaeróbica que libera la energía química contenida en la materia orgánica en forma de biogás. Se pueden adaptar cocinas, calefones, estufas, pantallas, generadores, etc., para que funcionen con biogás.

PROCEDIMIENTO.

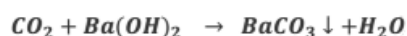
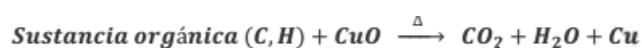
Primera parte: Análisis elemental del sustrato.

La materia prima que se usa para la obtención de biogás debe ser orgánica; por ejemplo, la carne es rica en proteína, cuyas moléculas están compuestas por C, H y N.

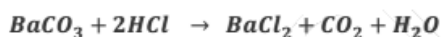
Para identificar la composición elemental de la materia orgánica se hace un análisis elemental.

Reconocimiento de carbono e hidrógeno

Se basa en la oxidación del compuesto orgánico mediante el oxígeno procedente del óxido cúprico, que quema el carbono y el hidrógeno con formación de anhídrido carbónico y agua, respectivamente. El anhídrido carbónico se pone de manifiesto por el enturbiamiento que se produce al burbujear el gas sobre una disolución de hidróxido de bario, y el hidrógeno por la formación de agua.



El precipitado se disuelve en medio ácido:



RESIDUOS (por 1kg)

AGUA

Estiércol vacuno	1 a 1,5lt
Estiércol porcino	1lt
Estiércol de pollos parrilleros (cama de aserrín)	2 a 2,5lt
Estiércol de gallinas ponedoras	2 a 2,5lt
Desechos de vegetales de huerta	1lt
Residuos amiláceos o azucarados (papa, remolacha)	1lt
Residuos de comida	1lt

En un tubo de ensayo se colocan 0,5 g de una muestra orgánica y 2 g de óxido cúprico, mezclando bien las dos sustancias. El tubo de ensayo se tapa con un tapón provisto de un tubo con desprendimiento, este se sumerge en otro tubo de ensayo con 5 ml de una disolución de hidróxido de bario. El tubo que contiene la mezcla se calienta suavemente y se deja de calentar cuando se nota desprendimiento de gas, observándose la formación de un precipitado color blanco.

Reconocimiento de N.

El método de Will-Warrentrapp consiste en mezclar la sustancia de origen orgánico (que contiene nitrógeno) con cal sodada (CaO y NaOH) o alternativamente con 10 ml de NaOH 6N y calentar sin llegar a ebullición. En dichas condiciones los compuestos que no tienen nitrógeno unido a oxígeno desprenden amoníaco, el cual puede detectarse con papel tornasol rojo previamente humedecido. Alternativamente el amoníaco puede hacerse burbujear en una solución de fenoltaleína que virará o tomará una coloración rosada.

Segunda parte: Preparación y dilución del sustrato.

Para que la producción de biogás sea más rápida, es mejor que la materia prima que con que se cargará el biodigestor esté triturada o picada en trozos pequeños; para ello se tomarán los residuos y se picarán lo más pequeño posible.

Posteriormente, teniendo en cuenta la proporción de agua por kilogramo de sustrato, se procede a hacer la dilución. Para ello se dispone de un balde o vaso de precipitado de un litro, para hacer la mezcla que debe quedar homogénea.

Como el pH es un factor preponderante en la digestión anaerobia, con una tirilla de papel indicador de pH, se toma la concentración de hidrogeniones en la muestra, posteriormente se registra el resultado en la siguiente tabla.

Muestra Homogénea	pH

Tercera parte: Llenado de la cámara de biodigestión.

Después de hacer las diluciones y homogenizar la materia prima se deposita el sustrato en la cámara de biodigestión. Para ello se vierte la materia prima en el biodigestor hasta lograr un volumen aproximado de 10 litros, después se cierra herméticamente el biodigestor.

Bibliografía.

http://cvb.ehu.es/open_course_ware/castellano/tecnicas/expe_quim/practica14.pdf

http://ciencias.uis.edu.co/quimica/sites/default/files/paginas/archivos/V01Man07Orgal_MFOQ-OR.01_08072013.pdf

<http://www.imd.uncu.edu.ar/upload/manual-uso-biodigestor.pdf>

ANEXO 2: PRUEBA TIPO LIKERT

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
PRÁCTICA PEDAGÓGICA Y DIDÁCTICA II**

PRUEBA TIPO LIKERT

Apreciado estudiante: El siguiente instrumento tiene por objeto la categorización de algunos parámetros tenidos en cuenta para evaluar la eficacia del uso de un biodigestor como estrategia de enseñanza de la química con un enfoque socio-científico, por lo tanto no es una prueba evaluativa. Se le solicita responder con la mayor concreción y sinceridad.

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Me es indiferente	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La química es una ciencia netamente experimental, por ende las prácticas de laboratorio incentivan el estudio de la química.					
Por medio de las prácticas de laboratorio mi actitud y disposición en la clase es mejor que en las clases magistrales.					
Es muy importante que en la clase de química se alimente el pensamiento crítico y se abran espacios de reflexión-acción frente al uso de energías alternativas.					
La construcción de un biodigestor en la clase de química sirvió como una estrategia para aumentar mi gusto hacia la química.					
La relación entre la química y sus implicaciones socio científicas pueden ser alimentada por medio de actividades como la construcción de un biodigestor y el desarrollo de energías alternativas.					
La construcción, y seguimiento periódico del biodigestor fue una buena alternativa para articular la química con los problemas socio científicos que acarrear la explotación de energías no renovables					