Pneumatic Conveyor System Design for Organic Wastes in the Universidad Pontificia Bolivariana of Medellín

Diseño de un Sistema de Transporte Neumático de Residuos Orgánicos en la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín

Jorge Jiménez-Llanos*, Federico Isaza-Pérez*, Andrea Hernández-Bedoya*, Melisa Arango-Muñoz*, Oscar Vasco-Echeverri*

* Facultad de ingeniería Química, Escuela de Ingenierías, Universidad Pontificia Bolivariana, Campus Laureles, Cq. 1 #70-01, Medellín, Colombia.

Email: jorgeandres.jimenez@alfa.upb.edu.co, federico.isaza@alfa.upb.edu.co, andrea.hernandezbe@alfa.upb.edu.co, melisa.arango@alfa.upb.edu.co, oscar.vasco@upb.edu.co

Abstract

For the university class Physical-mechanical operations II, from the Chemical engineering faculty of Universidad Pontificia Bolivariana of Medellín, a pneumatic conveyor system for organic waste in campus design was proposed as a class project. A Problem based learning methodology to develop the four main stages of the productive learning was used. Students applied data gathering strategies as interviews and direct data acquisition on field to analyze the results and socialize them with a formal presentation to their classmates and the head teacher.

By the end of the project, improvements of the research abilities, problem solving environments, communication skills and organized group work were identified within the students. Also, all the class related topics were learned successfully.

Keywords: Class project; Pneumatic conveyor; Innovation.

Resumen

Para la asignatura de Operaciones Fisicomecánicas II, adscrita a la Facultad de Ingeniería Química de la universidad Pontificia Bolivariana de Medellín, se propuso diseñar un sistema de transporte neumático de residuos orgánicos en el campus universitario. Para el desarrollo del proyecto se implementó la metodología de aprendizaje por medio de solución de problemas fomentando así las cuatro etapas principales del aprendizaje productivo; de ésta forma los estudiantes aplicaron técnicas de recolección de datos como entrevistas y medición directa en campo, para luego analizarlos y socializar su propuesta final en una exposición formal ante otros grupos de trabajo y el docente.

Al final del proyecto, se identificó en los estudiantes avances en el desarrollo de las habilidades de investigación, solución de problemas, comunicación y fomento del trabajo en equipo organizado. Además, interiorizaron y aprendieron los temas principales a estudiar en la asignatura académica.

1 Introducción

La investigación hace parte de los elementos fundamentales que integran la misión de la Universidad Pontificia Bolivariana, para la formación integral de profesionales capaces de llevar sus conocimientos a la práctica y con un conocimiento tal que le permite articular todas sus competencias: cognitivas, socio-afectivas y comunicativas. Además, dentro del Proyecto Educativo Institucional (PEI) de la Facultad de Ingeniería Química, se busca propiciar la investigación formal y no formal de las diferentes áreas de conocimiento, con miras a generar conocimientos y desarrollos tecnológicos adecuados para el desarrollo social y científico del país. También dentro del marco institucional contemplado en el PEI, se encuentra el aprendizaje por descubrimiento como uno de los tantos modelos y estrategias pedagógicas ofrecidas por la Facultad en pro del desarrollo investigativo y científico del estudiante, pues con éste modelo se busca la responsabilidad de la apropiación del conocimiento en la búsqueda de la información y en la reestructuración del conocimiento por parte del estudiante.

La enseñanza y el aprendizaje por medio de la investigación permite al docente proponer e implementar estrategias que conlleven a que el estudiante se aproxime al contexto en el que se desenvuelven los científicos,

llevándolo a enfrentar situaciones que típicamente afrontan los éstos en su quehacer; por tanto, la estrategia de enseñanza y aprendizaje por medio de la investigación favorece el desarrollo de un tipo de competencias específicas que en este trabajo se denominaran competencias científicas (García & Ladino, 2008).

La esencia de la enseñanza por descubrimiento consiste en que el docente propone temas, plantea problemas o situaciones nuevas y ayuda a los estudiantes a que escuchen su propia voz, a investigar, discutir y descubrir soluciones por sí mismos. Constituye un aprendizaje muy efectivo, pues cuando se lleva a cabo de modo idóneo, asegura un conocimiento significativo y fomenta hábitos de investigación y rigor en los individuos. Además, se debe tener en cuenta las condiciones que se deben presentar para que se produzca un aprendizaje por descubrimiento son:

- El ámbito de búsqueda debe ser restringido, ya que así el individuo se dirige directamente al objetivo que se planteó en un principio.
- Los objetivos y los medios estarán bastante especificados y serán atrayentes, ya que así el individuo se incentivara a realizar este tipo de aprendizaje
- Los individuos deben estar familiarizados con los procedimientos de observación, búsqueda, control y medición de variables, o sea, tiene el individuo que tener conocimiento de las herramientas que se utilizan en el proceso de descubrimiento para así poder realizarlo (Baro, 2011)

Considerando la importancia que tiene la investigación como herramienta en la búsqueda de soluciones a problemas que el medio plantea a diario, durante el periodo Julio-Noviembre de 2013 en la asignatura de Operaciones Fisicomecánicas II de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Pontificia Bolivariana, se planteó el diseño de un transporte neumático para las basuras orgánicas generadas en el campus universitario ubicado en el barrio Laureles de la ciudad de Medellín, Antioquia.

Este trabajo tuvo como objetivo el llevar a los estudiantes a la resolución de una problemática más allá de las aulas de clase, pues fue necesario realizar entrevistas, encuestas y observaciones sobre todos los elementos integradores del eje temático, en éste caso de la recolección de basuras llevado a cabo en la UPB.

El diseño del transporte neumático de basuras, implicó que los estudiantes realizaran la recolección de datos acerca del manejo de los residuos orgánicos, la búsqueda de referencias bibliográficas sobre el diseño e implementación de un transporte neumático, cotizaciones para los materiales necesarios en la construcción de éste, evaluación de los impactos socio-ambientales que podría tener la implementación del mecanismo de manejo de basuras, y la evaluación y viabilidad financiera que podría generar dicha propuesta. Todos estos elementos fueron evaluados bajo la perspectiva y lineamientos propuestos por los métodos de aprendizaje productivo y por descubrimiento, el primero basado en la elección de una metodología de trabajo, mientras que el segundo correspondió al objetivo final de enseñanza y aprendizaje por parte de los estudiantes hacia la solución de problemas.

2 Metodología

La metodología propuesta se fundamenta en desarrollar en los estudiantes de séptimo semestre de Ingeniería Química las cuatro etapas principales del proceso de aprendizaje productivo por medio de la estrategia de solución de problemas.

2.1 Descripción general de la actividad

Se propuso un proyecto en la asignatura de operaciones fisicomecánicas 2, adscrita al programa de Ingeniería Química de la Universidad Pontificia Bolivariana, en el cual se buscaba diseñar un sistema de transporte neumático como una nueva estrategia para optimizar la recolección y transporte de residuos orgánicos en el campus universitario, siendo ésta una solución viable e innovadora frente a la recolección tradicional de basuras.

Dentro de los parámetros establecidos, se definió que el sistema fuera una red de tuberías subterráneas que tuviera puntos de acopio en las zonas de mayor producción de residuos y empleando una bomba de presión negativa se transportarán las bolsas depositadas hasta un punto de depósito común, con la iniciativa de que

estos residuos orgánicos se aprovechen para generar biogás en un biorreactor para la producción de energía eléctrica.

2.2 Desarrollo de la metodología de aprendizaje basado en la solución de problemas

En general, durante el desarrollo del proyecto se presentaron cuatro momentos clave que definan la metodología escogida:

- Planteamiento del problema: El docente del curso dio a conocer el problema de las basuras a nivel mundial y relacionó dicha situación con lo observado en el campus universitario, luego propuso el sistema de transporte neumático como una posible solución. Acto seguido, los estudiantes se repartieron en equipos de trabajo de 4 integrantes con los cuales trabajarían por un periodo aproximado de 12 semanas.
- Entendimiento del problema y planteamiento de la solución: Cada grupo de estudiantes trabajó de forma independiente aunque con ayuda del docente para identificar los momentos críticos para realizar el proyecto. En esta etapa los conocimientos previos adquiridos por los estudiantes comenzaron a surgir, lo cual enmarcó la actividad en el método constructivista de aprendizaje.
- Ejecución del plan de trabajo: Una vez identificados los pasos a seguir para alcanzar los objetivos, los estudiantes recurrieron al trabajo de campo para obtener información verídica que contextualizara el problema y ofreciera datos técnicos necesarios para el diseño ingenieril. En esta etapa del proyecto fue cuando se desarrollaron plenamente los pasos del proceso de aprendizaje productivo, los cuales se alcanzaron por medio de actividades específicas como la revisión bibliográfica, la recolección de datos y las propuestas del producto final.
- Socialización de los resultados: Transcurrido el tiempo definido para la ejecución, los estudiantes prepararon exposiciones para ser compartidas con el docente y los compañeros de curso con el ánimo de analizar cada propuesta, enfocándose en la originalidad del diseño, la viabilidad y riqueza técnica empleada.

2.3 Actividades para enriquecer las etapas del proceso de aprendizaje productivo

Dentro del proyecto educativo de la Facultad de Ingeniería Química se proponen diversos módulos, compuestos de asignaturas con un objetivo de enseñanza que cumpla con el perfil del Ingeniero Químico Bolivariano. Fundamentalmente la malla curricular busca la formación integral del estudiante, enfocándose especialmente en la formación de la persona a partir de la formación investigativa que lleve consigo un impacto social positivo y respetando los recursos ambientales (Mesa, Quintana, Cuartas & Sierra, 2008).

Los conocimientos y recursos aprehendidos fueron apropiados para fomentar las 4 características principales del presente método sugerido por De Corte (De Corte, 2012).

- Aprendizaje constructivo: Durante el desarrollo del proyecto se emplearon los conocimientos adquiridos en la asignatura propia del problema, además de otros saberes estudiados durante la carrera en asignaturas del ciclo básico de Ingenierías (Cálculos, físicas), también tópicos de fundamentos de finanzas, formulación y evaluación de proyectos, fenómenos de transporte y mecánica de fluidos. Todos los anteriores especialmente empleados para entender la fenomenología del problema y la solución.
- Aprendizaje autorregulado: Desde el inicio de la actividad, se determinaron fechas límite en las cuales se debían cumplir con ciertos objetivos del trabajo; para cumplir con dichos plazos, los estudiantes tuvieron que implementar sesiones de estudio y análisis organizadas con el fin de obtener avances importantes en cada una de ellas. Por otro lado, el docente impartió los estándares de calidad mínimos para cumplir con la actividad, por ello los estudiantes tuvieron que aprender a trabajar bajo los parámetros establecidos como la cantidad de páginas máxima del reporte final o los tiempos de presentación.

- Aprendizaje contextualizado: Los estudiantes tuvieron que estudiar su ambiente de trabajo para aportar soluciones y programar actividades acordes al medio. Para ello realizaron actividades propias de la formulación de proyectos como la identificación del problema y el análisis de involucrados con los agentes del problema como otros estudiantes, docentes y demás empleados del campus universitario empleando principalmente la revisión bibliográfica y las entrevistas como medios para adquirir información verídica.
- Aprendizaje colaborativo: Los estudiantes utilizaron herramientas de búsqueda bibliográfica especializadas, además desarrollaron habilidades de interacción social especialmente en las actividades de recolección de datos y entendimiento del problema. La labor del docente fue fundamental para orientar a los estudiantes durante el proceso, brindando asesoría técnica y realizando recomendaciones; sin embargo, se destaca que dicho docente no resolvió puntualmente las preguntas formuladas, en vez de eso sugirió bibliografía u otros elementos de aprendizaje para que los estudiantes llegaran a la respuesta afianzando así de forma más efectiva los conceptos del tema.

3 Resultados

3.1 Diseño

El sistema consiste en una red de tuberías subterráneas con puntos de acopio en el campus universitario, a través de un bomba de presión negativa se transportarán las bolsas depositadas hasta un punto de depósito común, con la iniciativa que éstos se aprovechen en la producción de biogás para la producción de energía eléctrica. En la Figura 1 se presenta el trazado propuesto para la construcción del sistema.

El trazado de este diseño se fundamentó principalmente en reducir los costos de levantamiento de placas de concreto por las zonas por donde hay mayor flujo vehicular, seleccionando zonas verdes y peatonales, además que la bomba de presión negativa estuviera ubicada en un sitio donde su operación no interrumpiera las clases de los diferentes estudiantes por el ruido que ésta pudiera producir.

Para ahorrar en costos de operación y además reducir la afectación a estudiantes y profesores, se recomendó asignar horarios estratégicos para la recolección de residuos, sincronizados con los de desayunos y almuerzos de las cafeterías y con los momentos en los que hay mayor acumulación de residuos.

Por otro lado, la ubicación de los 4 puntos de acopio fueron seleccionados teniendo en cuenta aquellas zonas donde se tenía la mayor producción de residuos orgánicos dentro del campus universitario. En estos sectores se encuentran las cafeterías ubicadas en los diferentes bloques y la zona del boulevard. El objetivo de los centros de acopio es que las personas que trabajan en los diferentes sitios de comidas, inicialmente realicen una separación de la basura orgánica, luego la lleven en los horarios previamente establecidos a los puntos indicados en la Figura 1 y finalmente las introduzcan en los recipientes diseñados para recibir el material orgánico para ser transportados hasta el sitio de disposición final.

La implementación de las metodologías de aprendizaje en el presente trabajo, permitieron al alumnado el desarrollo de los componentes académicos, laborales e investigativos, propiciando la actividad independiente del estudiante y el carácter activo y consciente del proceso de aprendizaje, garantizando la adquisición de conocimientos a la par que se desarrollan las habilidades y valores (Salinas, 2002).

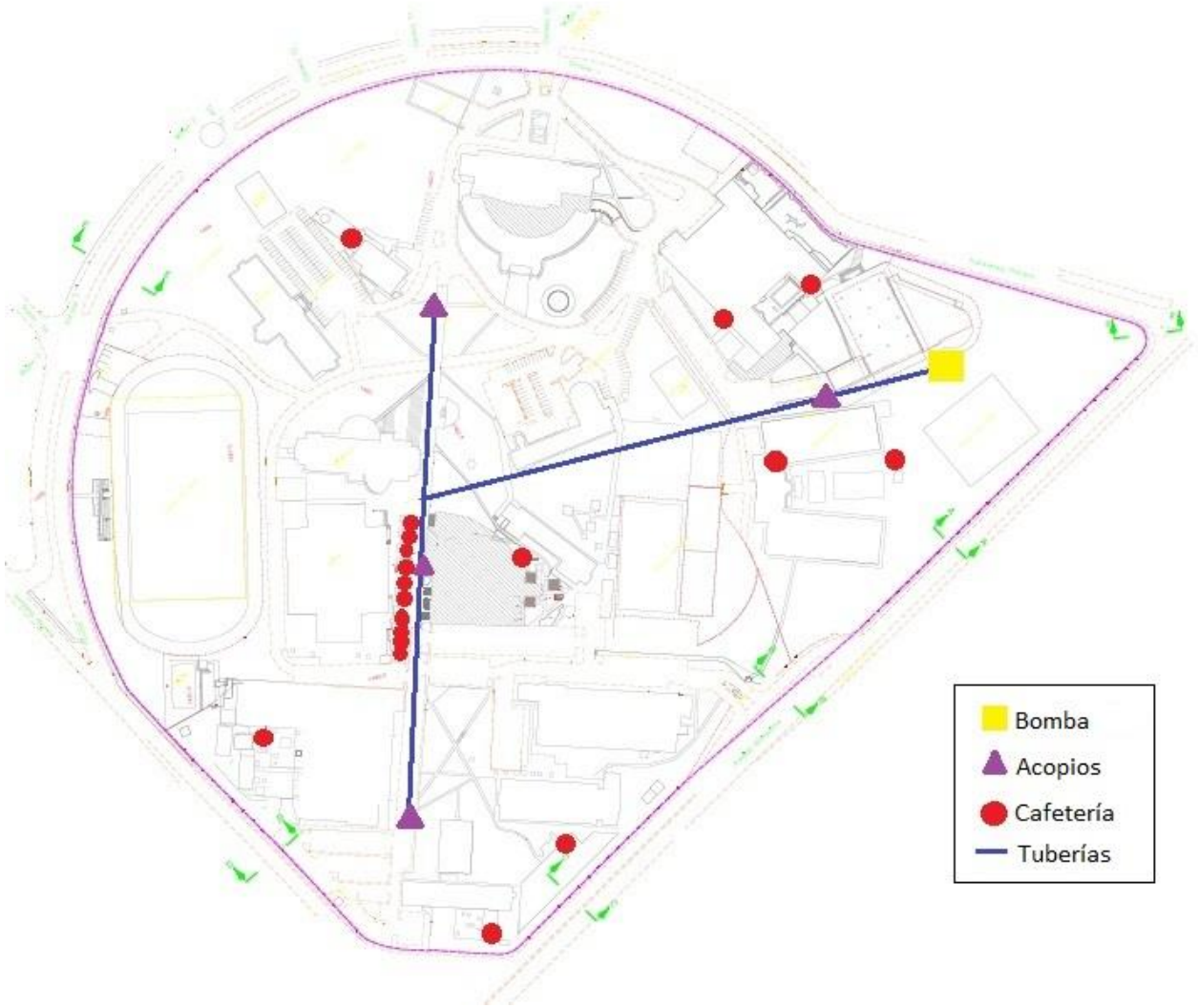

Figura 1: Planos de trazado del sistema de transporte neumático en la UPB

3.2 Parámetros técnicos

Para el desarrollo de un sistema de transporte neumático, se requirió la determinación de diferentes parámetros como las distancias de la red de tuberías presentada en la Figura 1., el flujo de aire óptimo para el arrastre de bolsas plásticas, las potencias requeridas de la bomba de presión negativa y del sistema completo.

Teniendo en cuenta la distancia total del sistema y la densidad del material a transportar, se seleccionó la velocidad promedio de aire. El diámetro de la tubería se eligió teniendo en cuenta el diámetro de las bolsas de basuras llenas, por lo tanto 16 in es el siguiente tamaño comercial disponible que se ajustó a los requerimientos.

El ángulo de deslizamiento de las basuras en la tubería de PVC se midió en unas pruebas realizadas en el laboratorio usando medio metro de tubería y bolsas de basura con residuos orgánicos recolectados de la cafetería de ingenierías. El ángulo de 12º reportado corresponde al promedio de 5 mediciones realizadas, como se muestra en la Figura 2.

Luego de tener los diferentes parámetros para el diseño del transporte neumático, se utilizaron ecuaciones para el cálculo de potencia mínima, obteniendo como resultado una potencia mínima total requerida de 47.6 HP, en la que se incluye la potencia necesaria para mover aire solo, para elevar sólidos, para mover horizontalmente sólidos, para superar la resistencia de codos, para el incremento de energía cinética y para superar sólidos.

Figura 2: Medición de ángulo de deslizamiento

3.3 Avances pedagógicos

Al utilizar metodologías centradas en el aprendizaje de los alumnos con un enfoque a la solución de problemas más allá de las aulas de clase, fue necesario realizar entrevistas, encuestas y observaciones sobre todos los elementos integradores para este proyecto llevado a cabo en la UPB; además, los estudiantes afrontaron situaciones que en un aula de clase no se presentan y que en el día a día de un ingeniero pueden ser comunes. Tal es el caso de solicitar cotizaciones, proponer un proyecto a partir de una necesidad presente en la sociedad que rodea al ingeniero y acercarse a las personas involucradas en dicho proyecto para evaluar los impactos que les generaría éste. Con las actividades descritas, los participantes lograron mejorar la habilidad en la búsqueda y manejo de información, la retención y aplicación creadora de la investigación y la preparación para el autoaprendizaje, adicionalmente se desarrollaron competencias para el razonamiento crítico, el trabajo en equipo y facilitar la construcción de esquemas apropiados para el aprendizaje conceptual.

Se formaron asociaciones de los conceptos estudiados y se desarrollaron habilidades de comunicación logrando en conjunto satisfacción respecto a las experiencias de aprendizaje por medio de la búsqueda de referencias bibliográficas sobre el diseño e implementación de un transporte neumático, cotizaciones para los materiales necesarios en la construcción de éste, evaluación de los impactos socio-ambientales que podría tener la implementación del mecanismo de manejo de basuras, y la evaluación y viabilidad financiera que podría generar dicha propuesta.

Se identificó como resultado para la institución académica la vinculación más cercana de la escuela de ingenierías con la vida, además de reforzar el sistema de principios didácticos con una mayor pertinencia de los programas, saliéndose de las aulas de clase y buscando información de calidad sobre problemas reales para lograr una cooperación interdisciplinaria la cual permite la socialización del conocimiento (Jiménez, 2001).

Durante el desarrollo del proyecto el docente incentivó a sus estudiantes a que tuvieran en cuenta que al momento de proponer, diseñar, evaluar e implementar una idea, se presentarán una diversidad de factores tanto desde el punto de vista técnico como desde lo ambiental, social y económico, que deben ser abordados de la manera más cuidadosa posible. Por tal motivo, los estudiantes percibieron y reconocieron la importancia que tuvo el proceso de aprendizaje dado por el presente proyecto.

Por último, cuando finalizó el curso de Operaciones Fisicomecánicas II los estudiantes resaltaron el hecho de que el método empleado por el docente para enseñar la temática de transporte neumático fue pertinente. Ésto gracias a que les permitió tener una mayor interacción con el trabajo que un ingeniero realizaría en el ámbito laboral y la importancia que tiene la interdisciplinariedad para llevar a cabo de manera rigurosa un proyecto. Además, se enfatizó en la importancia que tuvo el trabajo en equipo como una herramienta de formación para el estudiantes, ya que es una técnica pedagógica que promueve organización, responsabilidad, cooperación y designación de funciones como instrumentos que facilitan el desarrollo rápido, dinámico y eficaz de las diferentes etapas de un proyecto investigativo en general.

4 Conclusiones

Se diseñó un sistema de transporte neumático para residuos orgánicos en la sede Laureles de la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín, por medio de actividades de formulación y evaluación de proyectos, enmarcados en la asignatura de Operaciones Fisicomecánicas II de la facultad de Ingeniería Química. Se determinó que el sistema tendría aceptación dentro de la comunidad Universitaria como un método para mejorar el transporte de los desechos; sin embargo se requiere una previa sensibilización de los involucrados con el fin de prepararlos e inculcarles la importancia de la separación de residuos desde la fuente.

Con un enfoque a la solución de problemas, la metodología desarrollada más allá de las aulas de clase para el desarrollo de un diseño de transporte neumático, funcionó para mejorar la habilidad en la búsqueda y manejo de información, la retención y aplicación creadora de la investigación y la preparación para el autoaprendizaje de los estudiantes.

Los estudiantes desarrollaron competencias para el razonamiento crítico, el trabajo independiente y en equipo, además de facilitar la construcción de esquemas apropiados para el aprendizaje conceptual, todo enmarcado en un ambiente de aprendizaje seguro.

Debido a la asimilación satisfactoria de los teman propuestos en clase, al docente se le facilitó proponer estrategias que llevaron al alumnado a acercarse más a un ámbito en el que se favorece el desarrollo de competencias científicas.

Al final del trabajo investigativo, los estudiantes concluyeron que la metodología empleada por el docente fue apropiada y necesaria para que éstos tuvieran un acercamiento a las necesidades, estrategias y herramientas que se necesitan a la hora de elaborar, construir y ejecutar un proyecto. Además de la importancia que tiene el usar los conocimientos adquiridos por las diferentes áreas de formación como una manera de planear y ejecutar un proyecto que cumpla con los requerimientos técnicos, ambientales, sociales y económicos.

Se hace reconocimiento al trabajo en equipo como una estrategia que fortalece la capacidad de organización, la responsabilidad de cada uno de los integrantes del equipo para ejecutar las actividades asignadas, y la experiencia de tener diferentes puntos de vista para la construcción de una única idea.

Referencias

Baro, A. (2011). Metodologías activas y aprendizaje por descubrimiento. Innovación y Experiencias Educativas, (40), 1-11. ISSN: 1988-6047.

De Corte, E. (2012). Constructive, Self-Regulated, Situated, and Collaborative Learning: An Approach for the Acquisition of Adaptive Competence. Journal of Education, 192(3), 33-47.

García, G., Ladino, Y. (2008). Desarrollo de competencias científicas a través de una estrategia de enseñanza y aprendizaje por investigación. Studiositas, 3(3), 7-16.

Jiménez, H., Hernández. J. (2001). Psicología de la Instrucción para Enseñantes, Instituto Psicosocial Manuel Alemán Álamo, Las Palmas de Gran Canaria, 199-227. ISBN: 84-923111-5-0.

Mesa, I., Quintana, G., Cuartas, P., Sierra, M. (2008). Proyecto Educativo Programa de Ingeniería Química. Consultado en Abril-3-2014. Recopilado de: http://www.upb.edu.co/pls/portal/docs/PAGE/GPV2_UPB_MEDELLIN/PGV2_M030_PREGRADOS/PGV2_M030070090_QUIMICA/PEP%20IQ%20DIGITAL.PDF

Salinas, J. (2002). Modelos flexibles como respuesta de las universidades a la sociedad de la información. Acción Pedagógica, 11(1), 4-13.