



LOMBRICES EN LA ESCUELA: UNA SECUENCIA DIDÁCTICA Y SUS EFECTOS EN EL APRENDIZAJE DE CONOCIMIENTOS, HABILIDADES Y ACTITUDES EN EDUCACIÓN SECUNDARIA

MARÍA TERESA GUERRA RAMOS/ ROCÍO GUADALUPE BALDERAS ROBLEDO/ YEI JAZMÍN RENTERÍA GUZMÁN

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS, UNIDAD MONTERREY
tguerra@cinvestav.mx/ rbalderas@cinvestav.mx/ yrenteria@cinvestav.mx

RESUMEN

La educación básica debe considerar, además de contenidos conceptuales, el desarrollo de habilidades y actitudes que acerquen a niños y jóvenes a las formas de saber, hacer y pensar en ciencias y matemáticas. Si bien los planes de estudio de educación secundaria apuntan en este sentido, aún es posible apoyar al docente con estrategias y actividades concretas. Se reporta el desarrollo e implementación de una propuesta didáctica que introduce actividades viables con seres vivos. Esto permitió involucrar a 3 docentes y sus estudiantes (182) de primero de secundaria en la experiencia del manejo y cuidado de composteros con lombrices rojas californianas durante un ciclo escolar. Además de realizar actividades concretas en el aula, los estudiantes se encargaron alimentar y húmedecer a las lombrices; tomaron registros regulares de temperatura y humedad y observaron la transformación de desechos orgánicos en composta por la acción de las lombrices. Los resultados se evaluaron mediante un cuestionario aplicado a los estudiantes antes y después de la implementación, las respuestas escritas de los estudiantes en actividades específicas, los textos libres generados por los estudiantes y las entrevistas realizadas a los profesores. La implementación de esta propuesta didáctica permitió la articulación de contenidos curriculares relacionados con biodiversidad, nutrición, respiración, reproducción y cuidado del ambiente. El análisis de los datos sugiere que después de la implementación los estudiantes mejoraron en conocimientos conceptuales, en la





interpretación de gráficas, actitudes de responsabilidad e interés por temas de biología.

Palabras clave: enseñanza de la biología, educación secundaria, actividades prácticas, habilidades científicas, habilidades matemáticas

INTRODUCCIÓN

La formación básica que reciben niños y jóvenes debe considerar, además de contenidos conceptuales, el desarrollo de habilidades y actitudes que los acerquen a las formas de saber, hacer y pensar en el mundo de las ciencias. Al respecto, Caamaño (2003) señala que los trabajos prácticos son la actividad más importante en la enseñanza de la ciencia por permitir una multiplicidad de objetivos. Sin embargo en México, el trabajo práctico y las actividades experimentales aún no se han incorporado sistemáticamente en la enseñanza de las ciencias por diversas razones, destacan la falta de espacios, materiales concretos y tiempo suficiente para la planeación y realización de las mismas a pesar de que en los planes de estudio y materiales educativos oficiales de educación secundaria están orientados en este sentido. Es evidente entonces desarrollar propuestas pedagógicas que los complementen y sobre todo apoyen al docente con estrategias y actividades concretas soslayando así otra problemática al respecto que es la modesta formación en ciencias de los profesores y el poco o nulo desarrollo de actividades prácticas y procesos investigativos que debieron llevar durante su formación como docentes. (Guerra y cols., 2014).

Sobre la base de las consideraciones anteriores este proyecto pretende recuperar el valor de las actividades prácticas mediante un esfuerzo integrador de temas congruentes con la currícula de la asignatura, brindando la oportunidad de observar el ciclo biológico de un ser vivo. Por lo tanto el objetivo general fue iniciar una colaboración entre docentes de ciencias de secundaria e investigadores educativos para generar nuevas estrategias y materiales que faciliten el aprendizaje de los alumnos y el enriquecimiento de las prácticas pedagógicas en el contexto de la asignatura Ciencias I (Énfasis en Biología). La pregunta de investigación que orientó este trabajo fue: ¿Qué efecto tiene en el aprendizaje de conocimientos, habilidades y actitudes la implementación de una secuencia didáctica que incorpora actividades específicas con lombrices composteras?





Se eligió la lombriz compostera porque se puede conseguir fácilmente, su cuidado es relativamente sencillo y no representa riesgos para su manejo al interior de las escuelas.

ANTECEDENTES

En décadas pasadas se han realizado estudios sobre el desarrollo de habilidades científicas y matemáticas en distintos contextos y con distintas perspectivas y propósitos (e. g. Zimmerman 2007; Glynn y Muth, 1994; Hodson, 1994). Por ejemplo, Kuhn y cols. (1988) estudiaron la evolución del pensamiento científico en niños y adolescentes de distintas edades que resolvían problemas en condiciones experimentales, desde la perspectiva de la psicología cognitiva y con fines descriptivos y de desarrollo teórico. Los estudios con perspectiva didáctica o pedagógica que estudian el desarrollo del pensamiento científico-matemático en contextos educativos son más escasos (e. g. Domènech 2013, Roth y Bowen, 1994). Aún hace falta conducir más estudios de investigación educativa que permitan comprender que aspectos favorecen y dificultan la promoción de habilidades científicas y matemáticas en las condiciones reales de las aulas de educación básica en nuestro país.

En relación a la introducción de seres vivos en las aulas con fines pedagógicos podemos señalar que tales experiencias tienen un enorme potencial para proporcionar contextos relevantes y concretos que promuevan el involucramiento intelectual de estudiantes y docentes. En específico, el trabajo con vermicomposteros se ha utilizado con fines educativos en diferentes grados escolares desde preescolar hasta licenciatura, con distintos objetivos y enfoques (e.g. Appelhof, 1993; Kelley, 2001; Melero, 2009; Melear, 2007; Farrell, 1997; Ruiz, 2011; Trautmann, 1998; Yoder, 2009; Rundell, 2003) como parte de una unidad ambiental, o para demostrar conceptos científicos. Cuando es usada para fines ambientales se promueve la discusión sobre los procesos biológicos y beneficios ambientales del compostaje y su relación para la disminución de los residuos así como proyectos para la educación sustentable, huertos escolares y escuelas verdes.

Para fines científicos los contenedores de lombrices se usan para la medición, la formulación de preguntas de investigación, elaboración de hipótesis y el diseño de experimentos. Entre las experiencias realizadas en educación básica, Melear (2007) señaló que ciertas actividades simples con lombrices de tierra, podían tener una función integradora de temas de diferentes disciplinas como las matemáticas, arte o lengua ya que pueden proporcionar





experiencias significativas de aprendizaje además de que es de fácil uso, mantenimiento, accesibilidad y portabilidad. Su trabajo tuvo como objetivo unificar conceptos y procesos científicos en proyectos de largo plazo en estudiantes de secundaria y profesores en formación. La estrategia fue elegir de una lista de variables dependientes e independientes las que pudieran influir en el vermicompostero y con esto formular preguntas de investigación que fomentarán la discusión así como las conclusiones del proyecto. De la misma manera el trabajo de Appelhof y cols. (1993) ofrece actividades en el aula para la primaria y la secundaria. El objetivo fue estimular la indagación mediante actividades de investigación científica además de incorporar una multitud de disciplinas. La estrategia es llevada a cabo mediante una guía que contiene actividades específicas que puede ser modificada por el profesor.

Ruiz (2011) explica sobre la estación de lombricomposta de la Universidad Iberoamericana de la Ciudad de México la cual funciona como una herramienta para generar experiencias multidisciplinarias en 5 programas de licenciatura. Señalan que en las 7 experiencias realizadas se observan resultados de tipo cualitativo o cuantitativo, en consecuencia muestran que el uso de la estación promueve la aplicación práctica del conocimiento, el aprendizaje significativo y el reforzamiento de valores ambientales.

A pesar de que en las experiencias exploradas en artículos, manuales y libros especializados presentan actividades apropiadamente diseñadas para el monitoreo del vermicompostero o el diseño y desarrollo de experimentos, en su mayoría no han diseñado instrumentos sistemáticos para poder evaluar habilidades, actitudes o conocimientos. Cuando presentan reflexiones de evaluación son de forma general o anecdótica. Sin embargo existen excepciones como la reportada por Rundell (2003) en un proyecto universitario que tenía como objetivo brindar aprendizajes activos haciendo que los estudiantes lleven a cabo su propia investigación en lugar de leer la realizada por otros. Los alumnos trabajaron en equipos por un lapso de doce semanas, desarrollando estrategias o metodologías para la evaluación bacteriológica de una planta vermicompostera.

Gracias a una evaluación del aprendizaje y a un cuestionario anónimo tipo likert se concluyó que fue una adición significativa al plan de estudios, desafiando a los estudiantes en el desarrollo de su aprendizaje, desarrollando habilidades en el análisis crítico, comunicación





efectiva, superación de obstáculos, creatividad además de la confianza social gracias al entorno novedoso en el que convivieron con sus compañeros y maestros.

Con base en esta breve revisión de experiencias educativas, podemos notar que aún son escasos los estudios de investigación educativa sobre todo en educación básica en relación con el uso de lombrices y composteros. Por esta razón nos hemos propuesto investigar el impacto educativo de la introducción de estos recursos y las actividades asociadas en el aula de secundaria.

METODOLOGÍA

En la implementación de la propuesta didáctica participaron tres profesores de Ciencias I y cinco grupos de primer grado (182 estudiantes) atendidos por ellos en la Secundaria 5 “Dr. Agustín Basave Fernández del Valle”, una escuela pública matutina ubicada en una colonia urbana en el municipio de Apodaca, Nuevo León.

Esta investigación tuvo tres etapas. La primera etapa (Desarrollo de materiales) comprendió el diseño de recursos materiales y estrategias didácticas. Los lombricomposteros se armaron con cajas de plásticos recortadas y ensambladas para este fin y se rellenaron de tierra. Este prototipo se probó con excelentes resultados como hábitat para las lombrices. Se diseñaron diez sesiones con actividades de aprendizaje relacionadas con el manejo del lombricompostero. Se incluyeron 2 sesiones por cada bloque del programa de Ciencias I. Las actividades de aprendizaje fueron orientadas al desarrollo gradual de las siguientes habilidades: identificar y controlar variables, utilizar instrumentos de medición, registrar sistemáticamente datos (temperatura y humedad), identificar patrones y tendencias en información registrada, organizar y reportar datos mediante tablas y gráficas. En esta etapa también se diseñó el cuestionario.

En la segunda etapa (Prueba en aula) se entregando 4 composteros por grupo (20 en total). Durante la implementación, se planteó a los profesores realizar una sesión cada mes. Las actividades de las sesiones fueron dirigidas por las autoras de esta ponencia, con la intención de que los profesores las implementen el siguiente ciclo escolar. Además de realizar las actividades en el aula, los estudiantes se encargaron de mantener alimentadas y húmedas a las lombrices. Tomaron registros regulares de temperatura y humedad y observaron la transformación de





desechos orgánicos en composta por la acción de las lombrices. Paralelamente se aplicaron los cuestionarios pre y post test a los 5 grupos participantes y a 5 grupos control en otra escuela aledaña donde no se implementó el proyecto, para fines de comparación.

En la tercera etapa (Análisis de datos) recolectamos los siguientes datos: cuestionario inicial y final, hojas de trabajo completadas por los estudiantes durante las actividades, entrevistas a los docentes y comentarios escritos de los estudiantes. Se condujeron los análisis estadísticos de los datos de los cuestionarios con ayuda del programa SPSS v. 22 y se procesaron los datos cualitativos.

RESULTADOS

En este trabajo presentaremos los resultados referentes al pre y post test tanto del grupo participante como del grupo control y los comentarios escritos de los estudiantes del grupo participante. El pre y post test estuvo conformado por 4 secciones en las que se exploraron:

1. Identificación de preguntas y conclusiones relevantes a partir de gráficas o descripciones de un experimento.
2. Lectura de un termómetro.
3. Identificación de gráficas correctas y argumentación de la respuesta.
4. Conocimientos sobre las lombrices de tierra.

Las cuatro secciones están conformadas por 13 reactivos (7 preguntas cerradas y 6 abiertas). Los resultados obtenidos del pre y post test se presentan en la Gráficas 1 y 2. En los datos provenientes de los grupos que participaron en la implementación encontramos que en el pre test el 50% del total de los estudiantes obtuvo menos del 16% de aciertos (de 0 a 2 aciertos), mientras que en el post test, el 52% de los estudiantes se concentró entre el 15% y 31% de aciertos (de 2 a 4 aciertos). Los porcentajes de aciertos en el post-test no resaltan por ser muy altos, sin embargo en términos estadísticos, comparados con los resultados iniciales se aprecia que el porcentaje de aciertos se duplicó.

Se apreciaron también aumentos importantes en la frecuencia de aciertos en reactivos específicos. Por ejemplo, en los dos reactivos que exploraban argumentación sobre lo correcto o incorrecto de una gráfica, argumentar correctamente el error en la escala fue más complicado





que el de los puntos mal graficados. Sin embargo, del pre al post test se mejoró en ambos reactivos. Acerca del conocimiento de las lombrices de tierra, el cambio fue más evidente. Inicialmente sólo el 36% de los estudiantes contestaron correctamente los 3 reactivos relacionados a cómo se nutren, cómo respiran y cómo se reproducen las lombrices de tierra. En el post-test el 58% del total de estudiantes respondieron correctamente esos reactivos. Aunque los resultados cuantitativos no fueron espectaculares, sí se apreció una mejora importante y estadísticamente significativa en los grupos con implementación en contraste con los grupos control (ver Tabla 1).

Por otro lado, al término del ciclo escolar también se recolectaron comentarios por escrito de los estudiantes en el que daban respuesta a la pregunta ¿Qué te pareció el proyecto “Lombrices en la escuela”? Comentaron libremente qué les había gustado, qué aprendieron, qué les había parecido las actividades, en qué les iba a servir más adelante, etc. Enseguida presentamos unos cuantos fragmentos de los escritos:

Me pareció bien cuando vimos con el microscopio y también las pasamos muy bien para separar las lombrices. Cuando nos ponían las actividades no se me hacía difíciles... Nos dijeron que se reproducían solas y que la tierra que estaba ahí era humus. El último día yo agarré las lombrices cosa que nunca había hecho y se sentía raro, pero estuvo bien”. *Ángel*

Aprendimos la vida de las lombrices: qué comen, cómo se reproducen, dónde viven y para qué están en la vida, porque nos enseñaron para qué son heces y que las lombrices adultas deben tener clitelo. *Édgar*

Nos enseñó a ayudar para el abono que se le pondrán a las plantas ya que fue lo que las lombrices produjeron y creo que debería seguir haciendo para seguir ayudando al medio ambiente... Aunque sea poquito pero así podríamos empezar a ayudar a eso de menos contaminación. *Natalia*

Me divertí, porque me gusta mucho experimentar... fue una experiencia muy especial para mí porque decidí ser de grande una Bióloga. *Vianney*





Después de haber analizado los escritos, identificamos que gracias al desarrollo del proyecto con los lombricomposteros los estudiantes no solo incorporaron conceptos científicos en su lenguaje, sino que también observamos cómo éste apoyó en el desarrollo de sus actitudes, por ejemplo: trabajar en equipo, ser más responsables, adquirir compromiso, crear conciencia sobre la generación y aprovechamiento de desechos orgánicos, respetar a los seres vivos, tomar decisiones e interesarse en las ciencias y el medio ambiente.

REFLEXIONES FINALES

La implementación de esta propuesta didáctica permitió la articulación de contenidos curriculares relacionados con biodiversidad, nutrición, respiración, reproducción y cuidado del ambiente en un contexto significativo. El análisis de los datos sugiere que después de la implementación de la propuesta didáctica los estudiantes mostraron algunas mejoras en la habilidad para argumentar en conocimientos sobre las lombrices, en la interpretación de gráficas, actitudes de responsabilidad e interés por temas científicos y ambientales. Podemos decir que los efectos cuantitativos valorados mediante el pretest y postest fueron moderadamente positivos, al igual que los efectos cualitativos. Consideramos que un cambio dramático en el aprendizaje y la enseñanza sólo puede lograrse paulatinamente y venciendo limitaciones materiales y temporales de las innovaciones educativas; así como contextuales de las escuelas y actitudinales de directivos, padres de familia, docentes y estudiantes. A partir de esta primera experiencia, en la segunda implementación intentaremos afinar el cuestionario para darle mayor validez de contenido, involucrar más directamente a los profesores, proporcionar un mayor número de composteros; así como focalizar el análisis de resultados en el desarrollo gradual de habilidades y actitudes.

Consideramos que en este tipo de innovaciones educativas, resulta crucial el apoyo de los directivos de los planteles escolares, que en nuestra experiencia fue invaluable. También resultó positiva la socialización del proyecto con el resto de los profesores y estudiantes de la escuela, aunque no estuvieran directamente involucrados. Resultó importante informar a los padres de familia de la naturaleza del proyecto y sus finalidades, en nuestro caso eso se hizo



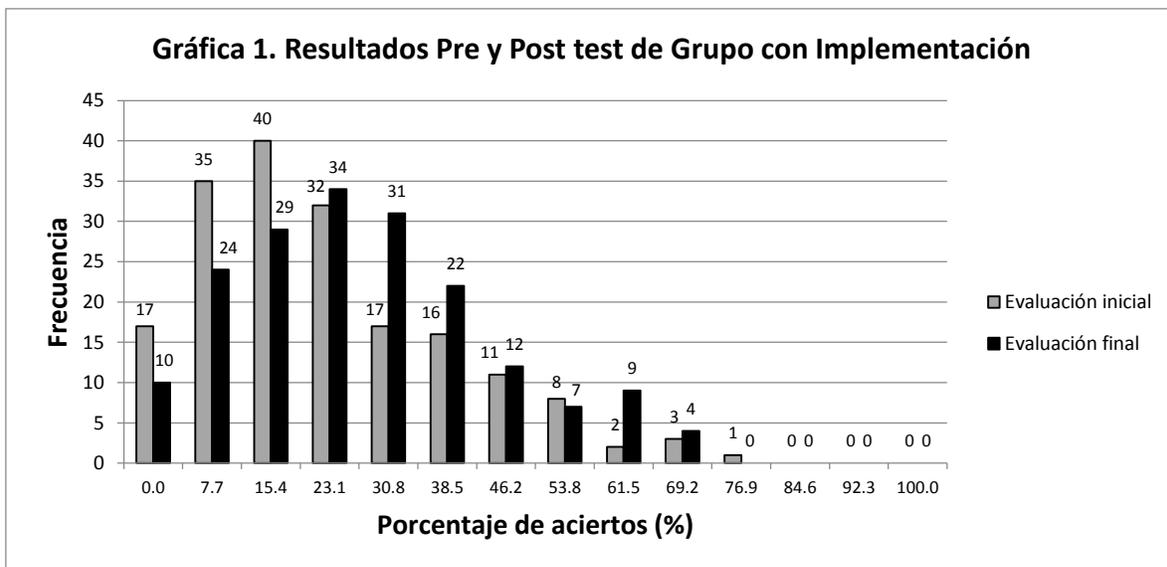


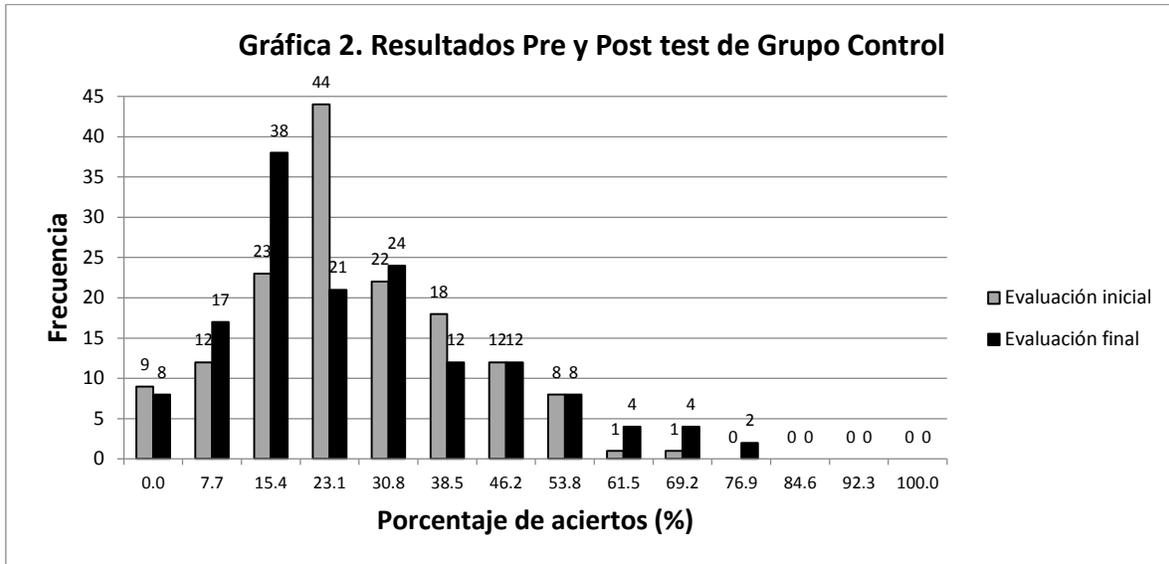
mediante folletos y una visita de estudiantes y padres de familia al Cinvestav Monterrey para conocer e involucrarse más en el proyecto.

La introducción de seres vivos en las aulas con fines educativos señala en general que tales experiencias tienen un enorme potencial para proporcionar contextos relevantes y concretos que promueven el involucramiento intelectual de estudiantes y docentes. Por ello, consideramos que vale la pena implementar propuestas didácticas como la que aquí se plantea y evaluar sistemáticamente su impacto educativo y su efectividad para apoyar la educación.

Reconocemos que lo aquí reportado es una experiencia inicial pero esperamos ver mejores resultados en el mediano y largo plazo con la continuidad del proyecto y con la afinación de los instrumentos para evaluar el efecto de una innovación educativa en el aprendizaje de los estudiantes.

TABLAS Y FIGURAS





	Media de Puntos Correctos en el Test (máximo 13 puntos)		T de Student	Diferencia significativa
	Pre-test	Post-test		
Grupo con Implementación (N=182)	2.93	3.55	-3.496 Sig. 0.001	Sí
Grupo Control (N=150)	3.28	3.41	-0.726 Sig. 0.453	No

Tabla 1. Comparación de Grupo con implementación y Control.





BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- Appelhof, M., Frances Fenton M. y Loos Harri, B. (1993). Worms eat our garbage. Classroom Activities for a better environment. Michigan U.S.A: Flower Press.
- Caamaño, A. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias. En M.P. Jiménez (Ed.), Enseñar ciencias (pp.95-118).Barcelona, España: Grao.
- Domènech, J. (2013). Secuencias de apertura experimental y escritura de artículos en el laboratorio: Un itinerario de mejora de los trabajos prácticos en el laboratorio, Enseñanza de las Ciencias, 31.3, 249-262.
- Farrell, M. (1997). Teaching children about vermicomposting. BioCycle. 38 (6),78-80.
- Glynn, S., y K. D. Muth (1994). Reading and writing to learn science: achieving scientific literacy, Journal of research in science teaching, 31 (9), 1057-1073.
- Guerra Ramos, M.T., García Horta, J.B., Balderas Robledo, R., López Valentín, D.M. y Gómez Galindo, A.A. (2014). Actitudes y percepciones de los docentes de ciencias en relación con las actividades experimentales: Desarrollo de un cuestionario válido y confiable. En A. Domínguez (Ed. de la serie), Enfoques en Investigación e Innovación en Educación: Vol. 1. Innovación Educativa, Educación Superior y Formación Docente (pp. 22-32). Monterrey, México: REDIIEN.
- Hodson, D. (1994). 'Hacia un enfoque más crítico del trabajo experimental', Enseñanza de las ciencias, 12, 299-313.





- Kelley, R. (2001). Worms in the college classroom: more than Just a composting demonstration. *Journal of college science teaching*. 39 (3), 52-55.
- Kuhn, D., Amsel, E., O'Loughlin, M., Schauble, L., Leadbeater, B., Yotive, W., (1988). The development of scientific thinking skills. *Developmental psychology series*, San Diego, CA, US: Academic Press.
- Melero, J. Bonet., D. Comas, M. (2009). *Actividades pedagógicas relacionadas con el composteador*. España: Composteadores SL.
- Melear, C., y Lunsford, E. (2007). Worms: Cultivate our curriculum: A long-term, theme-based unit. *Science activities Heldref publications*.44 (2), 48-54.
- Roth, W., y Bowen, G. (1994). Mathematization of experience in a grade 8 open-inquiry environment: an introduction to the representational practices of science, *Journal of research in science teaching*, 31(3), 293-318.
- Ruiz, M., y Acevedo, A. (2011). Uso de una Estación Experimental de Lombricomposta para Desarrollar Experiencias Multidisciplinarias a Nivel Universitario. *Formación universitaria*. 4(5), 21-28.
- Rundell, B. (2003). Evaluation of bacterial populations in a campus vermicompost facility by microbiology classes: undergraduate research in introductory microbiology. *The American biology teacher*. 65 (5), 367-371
- Trautmann, N., y Krasny M. (1998). *Composting in the classroom, Scientific inquiry for high school students*. National Science foundation, Cornell Waste Management Institute, Cornell Center for the Environment.
- Yoder, T. (2009). *Embracing diversities in elementary schools: Stepping outside the tradicional classroom*. U.S.A: California State University Monterrey Bay.
- Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school, *Developmental review*, 27,172-223.

