

Innovación curricular utilizando el Aprendizaje Basado en la Solución de Problemas e integrando experiencias virtuales y otros recursos tecnológicos

Lizzette M. Velázquez Rivera

Resumen

Se describirán y analizarán las experiencias de la profesora con la implantación de unidades y cursos para futuros maestros en los cuales se ha utilizando la metodología *Aprendizaje Basado en Solución de Problemas* (ABP) y se han integrado experiencias virtuales y otros recursos tecnológicos. Se presentarán los resultados de un estudio descriptivo, de naturaleza cualitativa, por medio del cual se analizó la experiencia de la profesora con la implantación de ABP y su impacto en los futuros maestros. Como parte del estudio, se efectuaron entrevistas con grupos focales, ejercicios reflexivos y análisis de documentos. Además, se describirán los fundamentos, las características y la estructura de la metodología ABP.

Descriptores: enseñanza de la ciencia en el nivel elemental, preparación de maestros, preparación de maestros de ciencia, innovaciones curriculares, integración de la tecnología, aprendizaje basado en la solución de problemas

Abstract

In this paper, the experiences of a professor in the implementation of units and courses for future teacher, in which Problem Based Learning (PBL) was used, as well as virtual experiences and other resources, will be describe and analyze. A summary of the results of a qualitative descriptive study will be presented, in which the experiences of the professor in the implementation of PBL and its impact on future teachers, are analyzed. Focus group, reflective exercises and document analysis were used for the study. Also in this paper, the foundations, characteristics and structure of PBL will be described.

Keywords: Teaching of science, Teaching of science in the elementary level, Pre-service teacher, Pre-service science teacher, Curricular innovation, Technology integration, Problem Based Learning.

Introducción

La enseñanza de las ciencias en Puerto Rico ha evolucionado, y continúa evolucionando, se ha movido de un énfasis en la enseñanza centrada en la transmisión y almacenamiento de información a un énfasis en el aprendizaje significativo de conceptos, procesos y actitudes características de la ciencia como disciplina (Departamento de Educación, 2000). A principios del siglo XXI es posible encontrar una variedad extensa de metodologías de enseñanza con diferentes enfoques educativos.

En Puerto Rico, vemos como coexisten diferentes enfoques de enseñanza en un continuo. En un extremo de ese continuo, podemos observar a maestros de escuela y profesores universitarios que utilizan el método expositivo, en ocasiones apoyados por un libro de texto, por medio del cual se pretende que los estudiantes adquieran los conocimientos científicos. En el extremo opuesto, se encuentran maestros y profesores que facilitan una variedad de experiencias que les permiten a los estudiantes de escuela y universitarios aprender de forma activa, buscando, manipulando, evaluando y produciendo generalizaciones y principios científicos. Estos maestros y profesores se encuentran en el proceso de transformar sus prácticas educativas hacia una pedagogía no tradicional, más constructivista.

La autora de este artículo, como forjadora de futuros maestros de ciencia, se ha propuesto transformar su práctica didáctica hacia una pedagogía más constructivista. Esta transformación tiene dos propósitos principales: primero, facilitar un aprendizaje significativo de los conceptos, los procesos y las actitudes relacionadas con la ciencia que enseña y, segundo, “modelarles” a sus estudiantes universitarios (futuros maestros de ciencia) cómo los educadores pueden facilitar ese aprendizaje significativo de la ciencia, de manera que ellos así también lo hagan con sus futuros estudiantes.

Con esos propósitos en mente, de entre las múltiples metodologías de enseñanza que facilitan la construcción de conocimiento, la autora se ha enfocado en innovar su currículo utilizando la metodología *Aprendizaje Basado en la Solución de Problemas* (ABP). Además, ha innovado los cursos presenciales que ofrece al integrar experiencias virtuales y otros recursos tecnológicos. En este artículo se describirá la innovación curricular realizada por la autora en el curso Fundamentos de la Ciencia como Disciplina para Maestros del Nivel Elemental enfocada en ABP y la integración de la tecnología. Esta metodología innovadora se ofrece en la Facultad de Educación de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras. Entre los objetivos generales del curso innovado están: 1) analizar los atributos, el contenido, la metodología y los valores relacionados con la ciencia y 2) familiarizarse con la investigación científica. Finalmente, en este artículo se indicarán algunos de los hallazgos más significativos de un estudio descriptivo realizado acerca de la utilización de ABP.

ABP: una metodología constructivista

La metodología a ABP (Problem Based Learning o PBL por sus siglas en inglés), originalmente utilizada en las escuelas de medicina, se reconoce como un ejemplo de prácticas no tradicionales y constructivistas que facilitan el aprendizaje significativo (Barrows & Kelson, 2000). Para desarrollar un aprendizaje auténtico y significativo es fundamental integrar el contenido curricular a la vida diaria de los estudiantes y ofrecer experiencias de aprendizaje centradas en ellos (Savery & Duffy, 1995). La vida diaria está llena de retos y problemas por resolver. ABP es un método de enseñanza que le facilita al estudiante la construcción de conocimiento mientras resuelve un problema.

Al trabajar con ABP, la actividad gira en torno a la solución de un problema y el aprendizaje surge de la experiencia de trabajar en el problema. El problema sirve como tema unificador del contenido curricular (Polman, 2000; Savery & Duffy, 1995), a la vez que es un esquema de diseño curricular (ITESM, 2000). Entre los beneficios del ABP citados por diversos autores están: facilita que el contenido aprendido sea relevante para el aprendiz, promueve el desarrollo de altos niveles de pensamiento, facilita el desarrollo de destrezas de cómo aprender y la motivación intrínseca hacia el aprendizaje (Barrows & Myers, 1993).

Elementos del ABP

Los elementos de ABP enfatizados en el curso fueron: 1) el problema se presenta primero y se convierte en el contexto por medio del cual se organiza el proceso de aprendizaje, se estudian los conceptos no de forma aislada, sino en estrecha relación con el problema (Torp & Sage 1998); 2) el problema no se resuelve con una fórmula ni tiene una única contestación correcta (ITESM, 2000); 3) los estudiantes son aprendices y solucionadores activos, mientras que el maestro es un entrenador cognitivo y metacognitivo (Tobin, 1993); 4) los estudiantes identifican lo que saben, lo que necesitan saber y cómo lo van a saber (Fosnot, 1996; Brooks & Brooks, 1993); y 5) el compartir experiencias y conocimientos en discusiones de grupos de trabajo generan reto que pone a prueba el pensamiento y facilita la construcción de conocimiento en cada estudiante (Torp & Sage, 1998).

Estructura de ABP

Delisle (1997) propone una estructura para facilitar el desarrollo de un ABP, la cual se adaptó para facilitar el logro de los objetivos instruccionales del curso. La estructura de ABP que se utilizó fue 1) presentación del problema por medio de una situación motivadora (este debe ser real o lo más real posible), 2) clarificación del problema y establecimiento de la pregunta de investigación, 3) establecimiento de posibles soluciones, 4) exploración utilizando la tabla: ¿Qué sabemos?, ¿Qué necesitamos saber?, ¿Cómo lo vamos a aprender? 5) identificación del procedimiento más adecuado para resolver el problema, 6) implantación de las actividades, identificadas en el procedimiento, que facilitan el aprendizaje de conceptos, destrezas o actitudes necesarias para resolver el problema, 7) aplicación del nuevo conocimiento al identificar la mejor solución al problema, y 8) presentación de la solución para demostrar y compartir el conocimiento desarrollado.

Elementos de ABP según se implantaron en el curso

1) Presentación del problema- *¿Aceptas el reto?*

El problema fue presentado el primer día de clases. La profesora les dijo a los estudiantes que, como parte de la presentación de sus datos personales al resto de los compañeros, contarán algo que realizaron el pasado verano que les haya gustado mucho o les haya impactado. Al finalizar la presentación de todos los estudiantes, la profesora expuso sus datos personales y compartió su experiencia

trabajando en un campamento de verano. En esa experiencia, los estudiantes del campamento de la escuela elemental se desempeñaron como asesores científicos del Programa del Estuario de la Bahía de San Juan (PEBSJ). Ellos presentaron un estudio del impacto ambiental que tiene el árbol *Melaleuca quinquenervia* en el humedal del Canal Suárez en Carolina, Puerto Rico. Además, les indicó, que personal adscrito al PEBSJ necesitada que unos voluntarios ampliaran el estudio de impacto ambiental realizado por los estudiantes. Luego, los invitó a que, como parte del curso y como futuros educadores en ciencia, ellos se convirtieran en el nuevo equipo de asesores científicos que presentaría el siguiente producto en su informe de impacto ambiental: a) descripción del ecosistema donde se ubican estos árboles, b) explicación de posibles alteraciones al ecosistema al eliminar o dejar el árbol, c) establecimiento de recomendaciones de acciones a seguir y su respectiva justificación a base del impacto que éstas puedan tener en el ecosistema estudiado y d) identificación de otras recomendaciones generales. El problema se presentó por medio de una demostración en “Power Point” que facilitó que los estudiantes se mostraran excitados y se interesaran en involucrarse en la solución de este problema como parte del curso.

2) Clarificación del Problema- *¿Realmente estamos entendiendo el problema?*

Los estudiantes procedieron a explicar la situación presentada en sus propias palabras. Identificaron datos presentados y los distinguieron de inferencias que estaban haciendo, señalaron vocabulario o aspectos que no conocían y eran necesarios entender para resolver el problema y otros asuntos necesarios. Además, distinguieron datos relevantes del problema y datos que no lo eran. Luego establecieron la siguiente pregunta de investigación: *¿Qué impacto tendrá el dejar o eliminar la población del árbol *Melaleuca quinquenervia* del humedal del Canal Suárez?* En esta etapa, el trabajo de la profesora consistió de asegurarse de que los estudiantes tenían clara la información ofrecida, que entendían el problema y que eran capaces de generar nuevas preguntas con el fin de entender mejor el mismo.

3) Establecimiento de posibles soluciones- *¿Qué soluciones proponen?*

Los estudiantes comenzaron a generar posibles soluciones por medio de la técnica del torbellino de ideas. En este proceso, algunos estudiantes ofrecieron soluciones a otros problemas (como evitar las construcciones futuras que puedan afectar al humedal). Por esto, la profesora los reenfocó en el problema identificado y en el producto solicitado por el PEBSJ.

4) Exploración utilizando la tabla- *¿Qué sabemos?, ¿Qué necesitamos saber?, ¿Cómo lo vamos a aprender?*

Esta exploración facilitó identificar conocimientos y experiencias previas, actitudes hacia el ambiente, y hasta conceptos erróneos. El propósito es conocer los esquemas mentales sobre los cuales los estudiantes construirán el nuevo conocimiento y tomarlos en consideración al planificar la enseñanza.

5) Identificación del procedimiento más adecuado- *¡Diseño experimental!*

Los estudiantes establecieron grupos colaborativos para facilitar la identificación de la solución al problema. Cada grupo colaborativo estableció su plan de trabajo. Luego, con la ayuda de la profesora, se estableció un procedimiento general. La profesora guió a los estudiantes a evaluar los diversos procedimientos establecidos y a establecer cuáles serían las tareas de cada grupo colaborativo y cuáles serían las comunes a todo el grupo.

6) Implantación del procedimiento y de las actividades necesarias para aprender- *¡Estudiantes en acción!*

Los grupos de trabajo establecieron un procedimiento inicial que incluyó una visita exploratoria al humedal. Luego se identificaron e implantaron actividades necesarias para aprender y poder resolver el problema, entre ellas: búsqueda de información en diversas fuentes, entre ellas la Internet; análisis de la información recopilada, estudio de la metodología y los procesos de la ciencia, talleres de cómo hacer muestreos, de cómo utilizar la calculadora gráfica con sensores y de cómo organizar los datos utilizando el programa Excel. Por último, se estableció el procedimiento final y se efectuó un segundo viaje de campo al humedal donde se implantó el mismo.

7) Aplicación de lo aprendido al resolver - *¡Si lo podemos resolver!*

Una vez se recopilaron y organizaron los datos, los grupos de trabajo procedieron a discutir los mismos. En esta fase, se observó la aplicación del conocimiento construido al analizar los datos y presentar recomendaciones. En este momento ocurrió una negociación entre las ideas de los compañeros de cada grupo a base de cómo se justificaban sus razones o no. Cada grupo preparó un informe final en una presentación en “Power Point”.

8) Presentación de las posibles soluciones- *¡Sí, lo hicimos!*

Cada grupo presentó su informe final, el cual fue evaluado por expertos (profesores del campamento de verano y personal del PEBSJ). Además, hubo evaluación individual y grupal del conocimiento construido. Finalmente, se formularon nuevas preguntas de investigación.

Integración de experiencias virtuales y otros recursos tecnológicos

El curso innovado se ubicó en un espacio virtual por medio de la plataforma “Blackboard”. Entre las herramientas desarrolladas para el curso están: “Staff Information”, “Announcements”, “Course Information”, “Course Documents”, “Assignments”, “Communication”, “External Links” y “Tools”. Además, en este curso, se desarrollaron experiencias virtuales utilizando cuatro herramientas de la plataforma: 1) “Student Home Page”, 2) “Discussion Board”, 3) “Groups Pages” y 4) “Digital Drop Box”. Las instrucciones para cada actividad virtual que se realizaría aparecían en “Assignments”. Para trabajar efectivamente las experiencias virtuales, tanto la profesora como los estudiantes se adiestraron en el uso de “Blackboard”.

Utilización del “Student Home Page”

Fue requisito que cada estudiante creara su “Student Home Page” en el cual incluyera una foto suya, datos personales, lugares electrónicos relacionados

con la educación y una reflexión relacionada con la educación en ciencia. Una vez creados los “Student Home Page” de todos los estudiantes del curso, cada estudiante debía visitar, por lo menos, cinco “Student Home Page” de compañeros que no conocían y presentar un resumen donde los comparaba. Esta comparación fue enviada por cada estudiante por el “Digital Drop Box”. El “Student Home Page” facilitó que los estudiantes se conocieran con más rapidez, que contaran con medios para comunicarse (teléfonos, correos electrónicos, etc.) y que se iniciara la discusión relacionada con la educación en ciencia.

Utilización de los “Discussion Board”

Se desarrolló el Foro de Discusión o “Discussion Board” #1 titulado: Tertulia con Maestra de Ciencia acerca de los Elementos que se considerarían durante la Creación de un Vídeo que demuestre la Enseñanza de la Investigación Científica a Niños del Nivel Elemental. La Maestra de Ciencia invitada fue la profesora Frances Figarella García de la Escuela Elemental de la Universidad de Puerto Rico. El propósito de este foro fue que los estudiantes universitarios crearan un libreto para un vídeo en el cual se demostrara cómo se debe enseñar la investigación científica a niños del nivel elemental.

Procedimiento del Foro #1

El diseño del libreto para el vídeo se hizo por medio de dos foros: El foro denominado “Foro por grupo” (Grupo 1, Grupo 2, Grupo 3, etc.) para realizar aportaciones individuales y decidir su aportación grupal en el foro denominado “Foro con Maestra Invitada”. Del 28 de octubre al 1 de noviembre, los grupos de trabajo colaborativo trabajaron en el “Foro por Grupo”. Cada grupo analizó los elementos que se deben tomar en consideración al diseñar un vídeo que demuestre cómo se debe enseñar la investigación científica en el nivel elemental. A base de eso, cada grupo redactó cuatro (4) preguntas que le permitían investigar cómo la maestra invitada ofrece el curso de investigación científica para estudiantes del nivel elemental.

Los grupos prepararon una aportación grupal que incluyó una breve descripción de las ideas que tenían al momento sobre el contenido del vídeo y las preguntas que establecieron. Esta aportación de cada grupo se colocó en el “Foro con Maestra Invitada” entre el 1 y 2 de noviembre. Para preparar la aportación grupal, cada estudiante participó en el foro de su grupo (“Foro por Grupo”), por lo menos, en tres ocasiones (con aportaciones significativas). Del 2 al 7 de noviembre, los estudiantes pudieron leer las reacciones y respuestas a las aportaciones de todos los grupos colaborativos de la maestra invitada.

Luego, del 7 al 22 de noviembre, cada estudiante participó nuevamente, por lo menos tres veces, en el foro de su grupo (“Foro por Grupo”) para preparar la aportación grupal final. Esta aportación consistió de un libreto que sugiere la temática y las actividades a demostrarse y recomendaciones concretas para diseñar el vídeo. Finalmente, cada grupo envió su aportación grupal final por “Digital Drop Box” entre el 23 y el 25 de noviembre.

Evaluación del Foro #1

Este Foro 1 tuvo un valor total de 20 puntos. Se utilizó la Tabla #1 para valorar la participación de cada estudiante en el Foro #1.

Tabla #1:

Criterios para Evaluar la Participación del Estudiante en el Foro 1-Tertulia con Maestra de Ciencia acerca de los Elementos que se consideran durante la Creación de un Vídeo que Demuestre la Enseñanza de la Investigación Científica a Niños del Nivel Elemental.

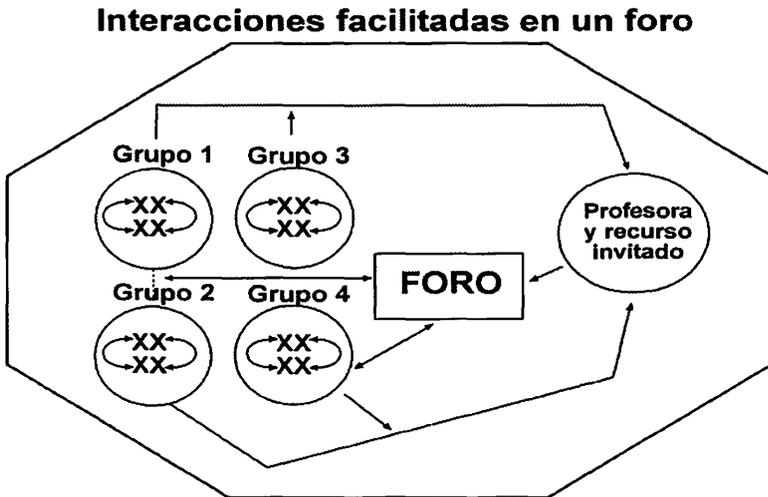
Valor	Criterios	Descripción
3 puntos	Participación activa en el foro de su grupo ("Foro por grupo") Autora Invitada".	Debe participar en el Foro por lo menos 3 veces en cada período para preparar la aportación de su grupo al "Foro con
3 puntos	Calidad de aportaciones y argumentos	Se entienden claramente sus argumentos. Justifique sus planteamientos.
4 puntos	Calidad de aportación	Calidad de las 4 preguntas realizadas a las autoras.
10 puntos	Aportación grupal final	Se presenta un libreto para el vídeo que sugiere la temática, las actividades y las recomendaciones para enseñar los elementos medulares de la investigación científica y su importancia: 1. Temática necesaria (2p) 2. Actividades necesarias (4p) -Calidad de la descripción, efectividad, pertinencia y motivación generada 3. Recomendaciones (4p)

Interacciones facilitadas en el Foro #1

El diseño instruccional del Foro #1 facilitó diferentes interacciones entre los participantes: estudiantes del curso, profesora y maestra invitada). Las interacciones facilitadas fueron: a) Participación individual- el estudiante colocó en el foro de su grupo colaborativo sus aportaciones; b) Participación colaborativa- cada grupo colaborativo hizo un análisis de las aportaciones individuales y preparó su aportación grupal; c) Participación en Plenaria- cada grupo colocó su aportación

(producto del trabajo realizado en el foro por grupo) en el “Foro con Maestra Invitada”, al cual la maestra reaccionó, luego todos los estudiantes leyeron y respondieron a todas las reacciones de la maestra invitada; y d) Participación colaborativa para crear la aportación final- nuevamente los grupos regresaron a sus respectivos foros en donde prepararon su aportación final para la profesora del curso. En la Figura #1 se ilustra las interacciones facilitadas.

Figura #1: Interacciones facilitadas en el foro



Interacciones facilitadas:

- Entre los miembros
- En plenaria (todos leen foro)
- Profesora y recurso invitado con cada grupo
- Cada grupo con profesora y recurso invitado

©Dra. Lizzette M. Velázquez Rivera

Utilización de los “Group Pages”

Para cada grupo colaborativo se creó un espacio virtual en “Group Pages”. En este espacio virtual, los grupos se comunicaron por sus correos electrónicos (“E. Mail”), foros (“Discussion Board”) y tertulias (“Chats”) con el propósito de preparar su producto final del ABP, el informe de impacto ambiental del *Melaleuca quinquenervia*, que se presentó al PEBSJ.

Integración de otros recursos tecnológicos

Como parte del curso innovado y para aprender y poder resolver el problema presentado en el ABP, los estudiantes aprendieron y utilizaron diversos recursos tecnológicos, entre ellos: Internet, cámaras digitales, vídeos, simulaciones, programados (“Power Point” y “Excel”) y calculadoras gráficas con sensores.

Análisis del uso de ABP y de la integración de la tecnología por los estudiantes

Antes de finalizar, la profesora explicó a los estudiantes que se estuvo utilizando ABP como metodología de enseñanza y cómo el curso integró experiencias virtuales y otros recursos tecnológicos para facilitar su aprendizaje de la ciencia y su aprendizaje de cómo enseñar ciencia de forma constructivista. Luego se estudiaron los fundamentos de ABP y de la integración tecnológica y evaluaron las ventajas y retos de utilizar ambos en la enseñanza de la ciencia. Finalmente, se discutió la función del maestro al utilizar ABP e integrar recursos tecnológicos a la enseñanza. Entre las funciones que se identificaron estuvieron: a) diseñador problema y de la situación motivadora del ABP; b) diseñador de las experiencias virtuales (propósito, estructura, procedimiento y “assessment”); c) cuestionador para facilitar altos niveles del pensamiento; d) guía para los estudiantes en su proceso de aprendizaje; e) facilitador de recursos y f) evaluador de la efectividad del problema del ABP, de la eficiencia de las actividades presenciales y virtuales desarrolladas, de la eficiencia en la integración de recursos tecnológicos, de la ejecución del estudiante y de su propia ejecución.

Resumen de los hallazgos del estudio: Innovación Curricular en el Área de Ciencia utilizando la metodología ABP-Una experiencia transformadora para niños, futuros maestros y profesores

Además de utilizar ABP en sus cursos universitarios, la autora ha colaborado con la profesora Frances Figarella García en el desarrollo de esta estrategia en cursos de ciencia del nivel elemental. Con el propósito de analizar sus experiencias con la implantación de ABP, ambas desarrollaron el estudio descriptivo de naturaleza cualitativa: *Innovación Curricular en el Área de Ciencia utilizando la metodología ABP-Una experiencia transformadora para niños, futuros maestros y profesores*. La pregunta de investigación que guió el estudio fue: ¿Cómo la metodología ABP puede transformar el aprendizaje de niños, de futuros maestros y de profesores universitarios? Para recopilar la información necesaria, las profesoras efectuaron entrevistas con dos grupos focales (uno de niños del nivel elemental y otro de futuros maestros de ciencia), analizaron los instrumentos de evaluación utilizados en los ABP desarrollados en sus cursos, entre ellos: ejercicios reflexivos, pruebas, ejercicios orales y escritos y otros documentos producidos. Del análisis de los datos recopilados, en las entrevistas y en los documentos producidos, se identificaron transformaciones en el aprendizaje de los niños y de los futuros maestros.

Entre las transformaciones identificadas en el aprendizaje de los niños y de los futuros maestros están: a) desarrollo de la creatividad, b) aprendizaje

significativo, c) profundidad de entendimiento d) entendimiento de cómo los científicos estudian la naturaleza, f) desarrollo de destrezas científicas, g) desarrollo de disposiciones o actitudes asociadas con la ciencia, h) refinamiento de destrezas sociales e i) desarrollo de destrezas de comunicación oral y escrita, e i) desarrollo de características de aprendices de por vida.

Por otro lado, las profesoras realizaron un análisis, inicialmente individual y luego en pareja, de los “Science Teaching Standars” (NSTA, 2000) con el propósito de identificar sus propias transformaciones. Entre las transformaciones identificadas en las profesoras están: a) mayor entendimiento de contenido científico y de cómo los científicos estudian la naturaleza, b) conocimiento de nuevos contextos para el aprendizaje de ciencia, c) refinamiento de sus destrezas de investigación científica, d) mayor dominio del desarrollo curricular basados en el inquirir del estudiante, e) mayor dominio en el proceso de “orquestrar” las discusiones científicas, f) uso de mecanismos para retar a los estudiantes a aceptar y compartir responsabilidad de su aprendizaje, g) mayor dominio del diseño y la administración de ambientes que facilitan el aprendizaje, y h) fortalecimiento de nuestras destrezas para promover comunidades de aprendizaje.

Finalmente, como parte del análisis realizado por las profesoras, ellas identificaron algunos de los retos que se enfrenta el maestro o profesor al utilizar ABP. Entre esos retos están: a) contar con el tiempo necesario para diseñar currículo utilizando ABP, b) contar con los mecanismos necesarios para documentar todos los aprendizajes facilitados y c) manejar la ansiedad que provoca el tiempo al trabajar un currículo con ABP. En resumen, por medio de este estudio, las profesoras pudieron constatar algunos de los beneficios identificados por autores como Delisle (1997), Polman (2000) y Torp & Sage (1998), entre otros, que ofrece la utilización de ABP.

Conclusión

Es necesario innovar el currículo para facilitar el aprendizaje significativo de conceptos, procesos y actitudes características de la ciencia como disciplina. ABP y la integración de experiencias virtuales y otros recursos tecnológicos son alternativas que deben intentar los educadores para innovar su currículo. Con ello facilitaría, en sus estudiantes, la construcción de conocimiento significativo, desarrollar destrezas y disposiciones sociales y de aprendiz para toda la vida; a la vez que transforman positivamente su práctica educativa.

Referencias

- Adams, S. & Burns, M. (1999). *Connecting student learning and technology*. Austing, TX: Southwest Educational Development Laboratories.
- Barrows, H. S. & Myers, A. C. (1993). *Problem based learning in secondary schools*. Manuscrito sometido a publicación.
- Boethel, M. Dimock, K. V., & Hatch, L. (1998). *Putting technology into the classroom: A guide for rural decision makers*. Austin, TX: Southwest Educational Development Laboratories.
- Brooks, J. & Brooks, L. (1993). *In search for understanding: The case for constructivism classrooms*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum.
- Delisle, R. (1997). *How to use problem -based learning in the classroom*. Alexandria, VA: ASCD.
- Departamento de Educación. (2001). *Estándares del Programa de Ciencias*. San Juan, PR: DE.
- Fosnot, T. C. (1996). (Ed.). *Constructivism: Theory, Perspectives and Practice*. New York, NY: Teachers College, Columbia University.
- Gabel, D. L. (1994). *Handbook of Research on Science Teaching and Learning A project of the National Science Teaching Association*. New York, NY: Macmillan Publishing Company.
- ITESM-Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (2000). www.sistema.itesm.mx/va/dide/inf-doc/estrategias/ *El aprendizaje basado en problemas como técnica didáctica*. Encontrado el 14 de agosto de 2000.
- Kozma, R. & Schanak, P. (1998). *Connecting with the 21st century: Technology in support of educational reform*. In C. Dece (ED), *Learning with technology*. Alexandria, VA: ASCD.
- Meléndez, J. (2001). Distance education: The experience of the University of Puerto Rico/Río Piedras Campus. *Higher Education in Europe*, 24 (4) 537-540.
- NRC-National Research Council (1995). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Polman, J.L (2000). *Designing project-based science: Connecting learners through guided inquiry*. New York, NY: Teacher College Press.
- Savery, J. R. & Duffy T. M. (1995). *Problem Based Learning: An Instructional Model and Its Constructivist Framework*. *Educational Technology*. 35 (5). 31-38.
- Tobin, K. (1993). (Ed.). *The Practice of Constructivism in Science Education*. Hillsdale, NJ: Lawrence EERlbaum Associates.
- Torp, L. & Sage, S. (1998). *Problems as Possibilities*. Alexandria, VA: ASCD.