

Problem Based Learning: An Effective Technique to Develop Generic Skills

Mireya Pozo-Cajas¹, Alexandra Jaramillo, Ing.¹, Luis Flores, ¹, and Denise Rodríguez, Ing.¹

¹ Colegio Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Ecuador, mpozo@espol.edu.ec, alejajar@espol.edu.ec, mrodri@espol.edu.ec

Abstract— This article presents the utilization of problem-based (PBL) learning to develop soft and hard skills among university students. The problem that faced the students was the inefficient way of dealing with waste in the High school Luis Enrique Morales Alfaro of Guayaquil, Ecuador. Students and teachers applied (PBL) to solve the problem. The results show significant increments in the soft skills of communication and teamwork of the students.

Keywords— problem-based learning, skills, learning outcomes, environmental education

Digital Object Identifier (DOI): <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2015.1.1.156>

ISBN: 13 978-0-9822896-8-6

ISSN: 2414-6668

13th LACCEI Annual International Conference: “Engineering Education Facing the Grand Challenges, What Are We Doing?”
July 29-31, 2015, Santo Domingo, Dominican Republic

ISBN: 13 978-0-9822896-8-6

ISSN: 2414-6668

DOI: <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2015.1.1.156>

Aprendizaje basado en problemas: Una técnica efectiva para desarrollar competencias genéricas

Mireya Pozo-Cajas, Bióloga¹, Alexandra Jaramillo, Ingeniera en Acuicultura¹, Luis Flores, Biólogo¹, y Denise Rodríguez, Ingeniera Industrial²

¹Facultad de Ingeniería Marítima, Ciencias Biológicas, Oceánicas y Recursos Naturales, Colegio Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Ecuador, mpozo@espol.edu.ec, alejajar@espol.edu.ec

²Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Unidad de Vinculación con la Sociedad, Colegio Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Ecuador, mrodri@espol.edu.ec

Abstract— *This article presents the utilization of problem-based (PBL) learning to develop soft and hard skills among university students. The problem that faced the students was the inefficient way of dealing with waste in the High school Luis Enrique Morales Alfaro of Guayaquil, Ecuador. Students and teachers applied (PBL) to solve the problem. The results show significant increments in the soft skills of communication and teamwork of the students.*

Keywords— *problem-based learning, skills, learning outcomes, environmental education*

Resumen— *Este artículo presenta la utilización de aprendizaje basado en problemas (ABP) para que estudiantes universitarios desarrollen sus competencias tanto genéricas como específicas. El problema que enfrentaron los estudiantes fue el de prácticas inadecuadas de manejo de desechos sólidos en el colegio Luis Enrique Morales Alfaro de Guayaquil, Ecuador. Los estudiantes universitarios junto con sus maestros aplicaron la técnica de ABP para solucionar el problema. Los resultados muestran que los estudiantes incrementaron sus competencias de trabajo en equipo y comunicación.*

Palabras clave— *aprendizaje basado en problemas, competencias, resultados de aprendizaje, educación ambiental*

I. INTRODUCCIÓN

La Colegio Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, es una de las tres mejores Instituciones de Educación Superior del Ecuador. La ESPOL fue creada en 1958 como principal fuente de profesionales en ingeniería de la región costa del Ecuador. Actualmente cuenta con aproximadamente 11.000 estudiantes distribuidos en 34 carreras de pre-grado de diversas ramas de ingeniería. Con el objetivo de mantener una educación de calidad, en el año 2.008 las autoridades de ESPOL decidieron certificar sus carreras con el Consejo de acreditación para Ingeniería y Tecnología (ABET). El proyecto ABET, como se lo denominó en ESPOL, instó a las carreras a trabajar en función de resultados de aprendizaje. Los resultados de aprendizaje para ESPOL fueron divididos en resultados de aprendizaje institucionales y resultados de aprendizaje específicos a los conocimientos impartidos en las diferentes carreras.

En respuesta a la demanda de la sociedad de profesionales competentes no solo en tecnología sino en habilidades humanas (comunicación, resolución de problemas, trabajo en equipo, entre otras), la ESPOL definió los siguientes resultados de aprendizaje institucionales: (a) Comprender la responsabilidad ética y profesional, (b) Tener la habilidad para

comunicarse efectivamente de forma oral y escrita en español, (c) Tener habilidad para comunicarse en inglés, (d) Reconocer la necesidad y tener la habilidad para involucrarse en el aprendizaje a lo largo de la vida, (e) Comprender temas contemporáneos, (f) Tener la capacidad para trabajar como parte de un equipo multidisciplinario, y (g) Reconocer la necesidad y tener las habilidades para emprender. Estos resultados de aprendizaje institucionales podrían considerarse como competencias genéricas similares a las descritas en [1].

Las competencias genéricas son difíciles de transmitir con metodologías tradicionales de enseñanza-aprendizaje donde dominan las exposiciones de los profesores y la memorización de los contenidos. Las metodologías de enseñanza-aprendizaje tradicionales han prevalecido en la educación a pesar de que los estudiantes no están motivados en estos ambientes e incluso algunos manifiestan rechazo a estas formas de aprendizaje ya que se les obliga a memorizar gran cantidad de información. Los estudiantes educados con metodologías de enseñanza-aprendizaje tradicionales olvidan rápidamente lo aprendido y no aprenden a poner en práctica sus conocimientos en situaciones reales. En estos ambientes el alumno es un sujeto pasivo receptor de información que proviene de lecturas, exposiciones de sus profesores o de compañeros. Las metodologías de enseñanza-aprendizaje tradicionales no fomentan la participación en clase de los estudiantes ya que estas participaciones están supeditadas a que el profesor de la oportunidad de participar [2].

El aprendizaje activo aparece como alternativa a las metodologías tradicionales de enseñanza-aprendizaje para el desarrollo de competencias genéricas y específicas en los estudiantes. Dentro del aprendizaje activo existen diversas técnicas que varían en su forma e intensidad de implementación, por ejemplo: tutoriales realizados en clase, juego de roles, estudio de casos y aprendizaje basado en problemas (ABP). El aprendizaje activo ha demostrado ser más efectivo que el aprendizaje tradicional. Referencia [3] muestra el análisis de 225 estudios que compara los resultados de estudiantes en cursos con aprendizaje tradicional vs. aprendizaje activo. Los autores encontraron que el desempeño de los estudiantes con aprendizaje activo era 0.47 desviaciones estándar superior a los estudiantes con aprendizaje tradicional. Además, los estudiantes en clases con metodologías de enseñanza-aprendizaje tradicional demostraron 1.5 veces más

probabilidades de reprobación que los estudiantes en clases con aprendizaje activo.

Algunas universidades de Latinoamérica están adoptando ya el aprendizaje activo como es el caso del Tecnológico de Monterrey. En esta institución se ha desarrollado el Modelo Educativo del Tecnológico de Monterrey que incluye diversas estrategias, técnicas (e.g. ABP y aprendizaje basado en casos) y actividades de aprendizaje para desarrollar competencias clasificadas en cinco áreas estratégicas: (a) lo relacionado al ser ciudadanos éticos y con responsabilidad social, (b) ser ciudadanos del mundo, (c) contar con los conocimientos y competencias profesionales de su disciplina, (d) ser emprendedores y (e) ser líderes en su comunidad [4].

El objetivo de este artículo es presentar la técnica ABP como método efectivo para desarrollar las competencias genéricas en los estudiantes de ESPOL. El presente artículo muestra a manera de caso de estudio, el desarrollo de un proyecto de vinculación con la sociedad que utiliza la técnica ABP para el desarrollo de competencias genéricas y específicas relacionadas al contenido de Educación Ambiental.

II. APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS

Referencia [5] define al ABP como un modelo de enseñanza-aprendizaje en el que a través del trabajo en grupo y guiados por un profesor, los estudiantes adquieren conocimientos y desarrollan habilidades y actitudes útiles para resolver problemas relacionados al perfil profesional de los estudiantes en la vida real. La aplicación de ABP se dio por primera vez en 1969 en la facultad de medicina de la Universidad de McMaster en Canadá. En 1974 la Universidad de Maastricht en Holanda adoptó la técnica ABP para su programa de medicina en sus cuatro primeros años de estudio. Desde entonces ha sido aplicada

éxito en diferentes colegios de medicina, enfermería, economía y leyes. En programas de ingeniería también puede aplicarse ABP exitosamente; sin embargo, el énfasis debe hacerse más en la aplicación e integración de conocimientos que en la adquisición de los mismos. ABP puede ser utilizado en ingeniería para cerrar la brecha entre la teoría y la práctica [6].

Referencia [2] propone que en el ABP un grupo pequeño de estudiantes enfrenta un problema y trata de resolverlo. Sin embargo, el objetivo no es resolver el problema sino identificar y aplicar los conocimientos para resolver ese problema. El problema sirve como detonador para que los alumnos aprendan nuevos conocimientos y sobretodo, aprendan a aplicar esos conocimientos en para resolver problemas de la vida real. El ABP incentiva en los estudiantes la necesidad de aprender y tomar decisiones para resolver el problema planteado. El ABP puede dividirse en tres etapas: confrontar el problema, realizar un estudio independiente y regresar al problema. A lo largo de estas etapas, el estudiante formula hipótesis iniciales con base a los conocimientos

previos y luego redefine esas hipótesis con los nuevos conocimientos.

El ABP puede concebirse como una técnica de aprendizaje activo en grupo que usa problemas de la vida real como estímulo para que los estudiantes desarrollen habilidades de resolución de problemas y apliquen sus conocimientos. El ABP presenta las siguientes características: (a) es un aprendizaje centrado en el estudiante, (b) fomenta el desarrollo del aprendizaje a lo largo de la vida, (c) los profesores actúan como facilitadores, (d) los estudiantes trabajan en función del problema, (e) los conocimientos son adquiridos a través de la resolución de problemas [7]. Adicionalmente, en [2] podemos encontrar que ABP promueve las siguientes habilidades en los estudiantes: (a) comunicar resultados de una investigación en forma oral, gráfica y escrita, (b) razonar crítica y creativamente, (c) tomar decisiones razonadas en situaciones originales, (d) identificar, encontrar y analizar la información requerida para una tarea particular, (e) comunicar ideas y conceptos a otras personas, (f) colaborar productivamente en el trabajo de equipo, (g) lograr la autoconfianza necesaria para usar sus habilidades de comunicación y de pensamiento en un grupo de personas. Estas características y/o habilidades derivan en algunas ventajas que presenta el ABP en comparación con metodologías de enseñanza-aprendizaje tradicional. Estas ventajas son: (a) incremento en la disposición de los estudiantes para aprender, (b) logro de mayor atención e interés por parte de los estudiantes, (c) mejora el compromiso de los estudiantes para adquirir sus conocimientos, (d) estudiantes y profesores sienten mayor satisfacción con el proceso de enseñanza-aprendizaje [7].

A pesar de las características y/o habilidades positivas presentadas anteriormente y las ventajas que se derivan de éstas, el ABP presenta también algunas desventajas. Los estudiantes pueden mostrar resistencia ya que están acostumbrados a participaciones pasivas en el proceso de enseñanza-aprendizaje y sobre todo están acostumbrados a que el profesor sea el principal proveedor de la información. Los profesores también pueden presentar resistencia ya que algunos profesores se sienten más cómodos dictando sus clases a manera de conferencia y no siendo facilitadores del proceso de enseñanza-aprendizaje. Para guiar proyectos de ABP se requiere que los profesores aprendan como enganchar a los estudiantes en procesos de prueba error para que de esta manera los estudiantes por sus propios medios adquieran los nuevos conocimientos [7].

Referencia [5] presenta una revisión de literatura sobre ABP desde el año 2000 hasta el año 2006 y clasifica los resultados en cuatro categorías que son: componente emocional, realización práctica, efectos aprendizaje y generalidad. Con respecto al componente emocional, la mayoría de los estudios revisados muestra que la actitud de los estudiantes hacia ABP es positiva. Adicionalmente, la motivación y el interés de los estudiantes son superiores en comparación con los métodos de enseñanza-aprendizaje

tradicionales. Con respecto a la realización práctica, en el 30% de los estudios los estudiantes manifiestan que ABP requiere mucho tiempo y esfuerzo. En relación a los efectos del ABP, la mayoría de estudios menciona el desarrollo de habilidades para la solución de problemas y de auto-aprendizaje, el fomento del pensamiento crítico, y la mejora de las habilidades sociales y de comunicación. Con respecto a la generalidad, pocos estudios comentaron sobre la capacidad de generalizar los resultados.

El ABP requiere un cambio de los roles tanto de profesores como estudiantes. Referencia [8] sugiere las siguientes actividades para profesores: (a) dar un papel protagonista al estudiante en la construcción de su aprendizaje, (b) ser consciente de los logros de los estudiantes, (c) ser un facilitador que apoya a los estudiantes cuando lo necesiten, (d) ofrecer a los estudiantes diversas oportunidades de aprendizaje y (e) fomentar el pensamiento crítico en los estudiantes. Los estudiantes también adquieren nuevas responsabilidades como son: (a) asumir responsabilidad ante el aprendizaje, (b) tener una actitud receptiva hacia las ideas de los compañeros de grupo, (c) compartir información y aprender de los demás, (d) investigar nuevos conocimientos y (e) planificar, controlar y evaluar los tareas.

El ABP en ingeniería puede contribuir a mejorar las debilidades que actualmente poseen la mayoría de programas de ingeniería: (a) currículos más enfocados en la enseñanza de aspectos técnicos sin práctica industrial, (b) el currículo no provee suficiente experiencia de diseño, (c) los graduados poseen deficiencias en comunicación y trabajo en equipo, (d) el currículo no promueve la conciencia social, ambiental, económica y legal, (e) las técnicas de enseñanza-aprendizaje no están centradas en el estudiante [9]. En la siguiente sección se presentan tres ejemplos de aplicaciones de ABP en diversas ramas de la ingeniería.

A. *Uso de ABP en ingeniería*

Referencia [10] presenta la utilización de ABP por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Manizales, Colombia como estrategia para el trabajo interdisciplinario de varias asignaturas del programa de Ingeniería en Sistemas y Telecomunicaciones. La metodología que utilizaron se fundamentó en cinco pasos: construcción de escenarios, identificación del problema, organización del trabajo, control del proceso y evaluación. El escenario se construyó sobre la temática de licitaciones para proyectos de desarrollo de software. El problema identificado fue la licitación de una empresa real colombiana. La organización del trabajo se realizó en cuatro grupos de estudiantes guiados por tres docentes correspondientes a las asignaturas de Programación, Base de datos y Análisis y diseño que fungen como asesores y auditores del proyecto de desarrollo de software. El objetivo de ABP era desarrollar un proyecto donde se evidencie la necesidad de integrar los conocimientos adquiridos en las tres asignaturas antes mencionadas. Como resultado de la

experiencia en ABP, los estudiantes y profesores manifestaron sentimientos positivos a la técnica ABP. Sin embargo, se pudo evidenciar falencias en los estudiantes para integrar los conocimientos y aplicarlos al mismo tiempo. Como conclusión el ABP les permitió abordar en el aula la solución de problemas reales a través de la integración de conocimientos.

Referencia [11] muestra una experiencia interdisciplinaria en la carrera de Ingeniería Técnica en Informática de Gestión en la Colegiada Universitaria Politécnica de Teruel, Universidad de Zaragoza, España. Al igual que en el caso anterior, participaron tres profesores que imparten diversas asignaturas como: Base de datos, Comercio electrónico e Interfaces de usuario. Adicionalmente, un total de 21 alumnos divididos en grupos de tres alumnos participaron. La primera actividad realizada por los profesores fue la introducción de la técnica ABP y sus beneficios a los estudiantes que estaban acostumbrados a técnicas de aprendizaje tradicional. El problema a resolver fue el caso de un cliente que encarga la realización de un sitio web para una tienda virtual, una revista virtual o una subasta virtual. Los estudiantes debían escoger el caso y proponer un plan de trabajo con hitos a cumplir para el cuatrimestre. Los profesores evaluaban periódicamente el avance de los estudiantes solo para propiciar la retroalimentación más no para calificar sus avances. Los profesores proporcionaban cuatro horas semanales de docencia donde impartían los conocimientos y seis horas semanales de tutorías donde revisaban la aplicación de esos conocimientos. Al final de la práctica, el 84% de los estudiantes manifestó que desarrollaron el auto-aprendizaje y el 42% de los estudiantes manifestó que desarrollaron sus habilidades para trabajar en equipo. Sin embargo, los estudiantes también manifestaron que requieren de un esfuerzo mayor ya que no están acostumbrados a este tipo de metodologías de enseñanza-aprendizaje.

Referencia [12] muestra la aplicación de ABP en la materia de Física del programa de Diseño Industrial de la Universidad de Girona, España. El objetivo de la aplicación de ABP fue el de aportar a los alumnos con conocimientos sobre campos eléctricos y teoría de circuitos. Los alumnos reciben una tarea basada en la trama de la película de Frankenstein y se les plantea la siguiente pregunta: Es posible reproducir el experimento que se ve en la película para resucitar a una persona? Para traducir esta pregunta al dominio de la Física, los estudiantes deben calcular (a) la distancia entre el punto más alto de la torre y las nubes, necesaria para producir una descarga eléctrica que pudiera generar un voltaje suficiente para no carbonizar a la persona y (b) el valor de la intensidad de corriente para reanimarlo. Las competencias genéricas evaluadas fueron: (a) capacidad de análisis y síntesis, (b) capacidad de organización y planificación, (c) comunicación escrita, (d) resolución de problemas y análisis crítico de resultados, (e) trabajo en equipo, (f) razonamiento crítico y (g) aprendizaje autónomo. Algunas de las competencias específicas evaluadas fueron: (a) aprender a utilizar las

unidades de magnitudes físicas, (b) conocer las leyes que describen los efectos de las fuerzas electrostáticas sobre diferentes objetos con carga, (c) calcular campos eléctricos y potenciales y (d) calcular la distribución de corrientes y potenciales en un circuito eléctrico. Como resultado de la aplicación de ABP, se pudo evidenciar una reducción en 26% de la tasa de reprobación de la materia de Física

III. APLICACIÓN DE ABP EN ESPOL

En esta sección se presenta la aplicación de ABP como técnica de enseñanza-aprendizaje para desarrollar competencias genéricas y específicas en estudiantes universitarios. Para el caso de las competencias genéricas se han seleccionado tres resultados de aprendizaje institucionales de ESPOL: (a) Tener la capacidad para trabajar como parte de un equipo multidisciplinario, (b) Tener la habilidad para comunicarse efectivamente de forma oral y escrita en español y (c) Comprender la responsabilidad ética y profesional. Adicionalmente, se seleccionó una competencia genérica relacionada con el área de Educación Ambiental que se dicta como parte de la asignatura de Gestión y Conservación de Flora y Fauna en la carrera. La competencia específica seleccionada es: comprender los diferentes problemas que existen en la conservación de la biodiversidad.

Como se mencionó en la sección II, el ABP puede dividirse en tres etapas: confrontar el problema, realizar un estudio independiente y regresar al problema [2]. A continuación se presenta el desarrollo de estas etapas.

A. Confrontar el problema

Las actividades de ABP se realizaron en el colegio Luis Enrique Morales Alfaro de Guayaquil, Ecuador. Este colegio cuenta con 20 profesores titulares y 604 estudiantes de 4 a 18 años en los diferentes niveles y horarios tanto matutino como vespertino. Luego de varias reuniones realizadas con el personal administrativo y docente de la colegio, se llegó a la conclusión de que el problema principal era las **prácticas inadecuadas de manejo y gestión de desechos sólidos**. Este gran problema se evidencia a través de acumulación de desechos sólidos en la colegio, presencia de basura en lugares inadecuados, presencia de insectos, y desperdicio de recursos reciclables.

Ante este problema, se realizó la actividad de lluvia de ideas para identificar las posibles causas que ocasionan el problema. Entre las causas identificadas se tiene: manejo inadecuado de desechos sólidos, poco conocimiento del manejo de desechos sólidos, infraestructura inadecuada para el manejo de residuos y poco conocimiento sobre gestión de desechos sólidos.

B. Realizar un estudio independiente

Un grupo de 15 estudiantes de la carrera de Biología e Ingeniería en Acuicultura de ESPOL analizaron el problema, sus síntomas y causas. Además los estudiantes de ESPOL

recurrieron a sus conocimientos adquiridos previamente sobre Educación Ambiental, específicamente el capítulo de conservación de biodiversidad, componente de conservación ex situ y ecología. Los estudiantes de ESPOL participaron de manera voluntaria en el proyecto. Cabe mencionar que los colegios son un escenario apropiado para el diseño de iniciativas que promuevan buenos hábitos y conductas amigables con el medio ambiente. Los niños deben contar o tener acceso a conocimientos sobre este tema para que se convierta en una persona responsable y consciente del cuidado del ambiente. Por lo tanto, el objetivo principal que se plantearon los estudiantes de ESPOL fue: **Promover prácticas adecuadas de manejo y gestión de desechos sólidos en los estudiantes y profesores del colegio**. Fig. 1 muestra el árbol de objetivos derivado de los problemas y las causas encontrados.

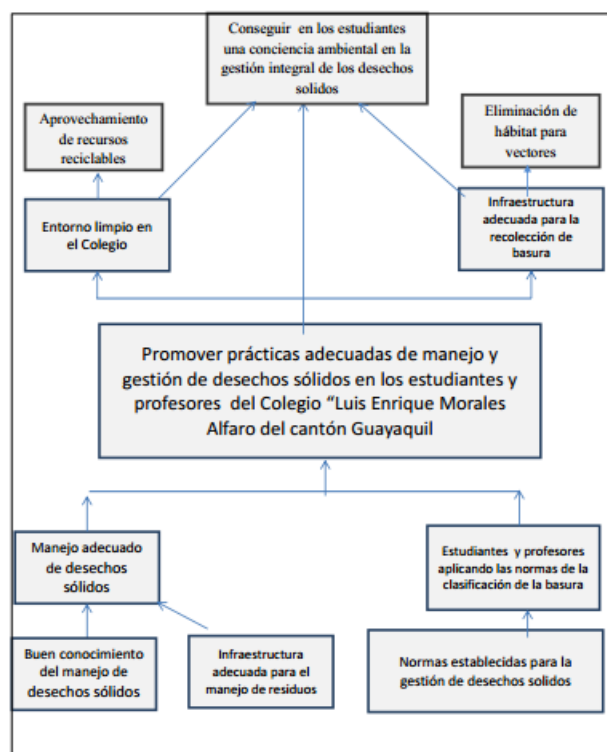


Fig. 1: Objetivos y sus efectos positivos

C. Regresar al problema

Para resolver el problema identificado, los estudiantes y profesores de ESPOL desarrollaron un plan de trabajo que consta de tres componentes y seis actividades a desarrollarse durante cinco meses. Los componentes y las actividades son:

Componente 1: Implementar un marco normativo para promover y regular el reciclaje en el Colegio Luis Enrique Morales.

Actividad 1.1: Elaboración del borrador de políticas y normativas de regulación de reciclaje de basura por parte del equipo del proyecto, en conjunto con la directora del colegio.

Componente 2: Capacitar a profesores y estudiantes del colegio sobre el manejo integral de los desechos sólidos

Actividad 2.1: Dictar conferencias de concientización y motivación sobre la importancia de cuidar el ambiente.

Actividad 2.2: Realizar jornadas de sensibilización a docentes y estudiantes del colegio a través de talleres de talleres.

Componente 3: Implementar la infraestructura adecuada para el manejo de basura.

Actividad 3.4: Levantamiento de información estadística relacionada con cantidad y tipos de desechos.

Actividad 3.5: Seleccionar y adecuar el sitio de acopio.

Actividad 3.6: Elaborar trípticos y afiches de temas relacionados con manejo de desechos.

Estas actividades fueron realizadas por los estudiantes universitarios con el apoyo de tres profesores de la ESPOL. Inicialmente, se realizaron diferentes reuniones de trabajo con representantes del colegio con el objeto de determinar el horario de conferencias y talleres con los niños. Siendo los días jueves desde las 09h30 hasta las 12h30 para la sección matutina y para la sección vespertina desde las 13h30 hasta las 16h30. Las conferencias fueron impartidas por los estudiantes de octubre de 2014 a enero 2015. Se realizaron 18 conferencias, 18 reuniones para exposición de vídeos de reciclaje y cuidado del ambiente y dos días de talleres. Dando un total de 80 horas de capacitación en temas de educación ambiental para los estudiantes y profesores del colegio. Fig. 2 muestra a tres estudiantes de ESPOL durante una capacitación.



Fig. 2 Capacitación en temas de educación ambiental

Debido al amplio rango de edades de los estudiantes del colegio (de 4 a 18 años), se formaron tres grupos: de 4 a 7 años, 8 a 12 años, y 13 a 18 años. Los estudiantes de ESPOL prepararon más de 24 diferentes temas de materiales de reciclaje de diferente origen. Estos temas fueron impartidos en los diferentes talleres. Los talleres se dictaron a los estudiantes del colegio de acuerdo al horario establecido con la presencia de los maestros de cada aula. Para los talleres, dos o tres estudiantes de ESPOL trabajaban con un grupo de 5 a 8 niños dependiendo del aula. Luego de los talleres de reciclaje, se

proyectaba una película sobre los problemas de la basura y la sobreexplotación de los recursos naturales. Fig. 3 muestra un ejemplo de manualidades con elementos de reciclaje que elaboraban los estudiantes.



Fig. 3 Taller de manualidades con elementos reciclables

Otro de los componentes del proyecto fue levantar la información de los desechos dentro del colegio. El objetivo principal del levantamiento de información conocer exactamente cuánto producían la colegio para implementar en el futuro un proyecto de compost, pero de acuerdo a los resultados el material orgánico es poco y el mayor problema son las botellas de plásticos y otros plásticos. Se entiende por otros plásticos: envolturas, fundas, tarritos vacíos de yogurt o gelatina, etc. Esta actividad se realizó por medio de encuestas y entrevistas que recogían datos relacionados con la cantidad y tipo de desechos. Fig. 4 muestra la cantidad de botellas de plástico en m³ desechadas en el colegio.

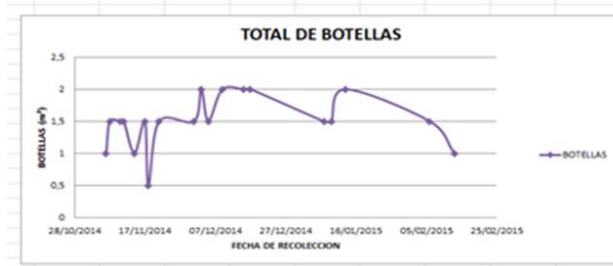


Fig. 4 Cantidad de botellas de plástico desechadas

Las cantidades desechadas de papel y cartón son relativamente menores en comparación con las botellas y otros

plásticos. Con estos antecedentes se plantearon dos estaciones de trabajo con las siguientes características:

1.- Primera estación de reciclaje: tres puestos para papeleras de 53 litros. Tres tachos de color azul, gris y verde con estructura metálica pintados con pintura electrostática. Un tacho es para desechos orgánicos, el otro para papel y cartón y el tercero para botellas plásticas (ver Fig. 5).

2.- Segunda estación de reciclaje: tres puestos para papeleras de 121 litros. Tres tachos de color azul, gris y verde con estructura metálica pintadas con pintura electrostática. En esta estación, que es la más grande, se decidió tener dos tachos para botellas plásticas y un tacho para otros plásticos.



Fig. 5 Primera estación de reciclaje

D. Competencias evaluadas

Debido que el ABP mide el papel protagonista del estudiante en asumir responsabilidad ante el aprendizaje, tener una actitud receptiva hacia las ideas de los compañeros de grupo, compartir información y aprender de los demás, investigar nuevos conocimientos y planificar, controlar y evaluar las tareas. Bajo estos criterios se realizaron dos tipos de evaluación a los estudiantes de ESPOL. La primera fue sobre los siguientes resultados de aprendizaje:

1. Tener la habilidad para trabajar como parte de un equipo multidisciplinario.
2. Tener la habilidad para comunicarse efectivamente de forma oral y escrita en español.
3. Preparación para aplicar los valores éticos y morales en los eventos ambientales, sociales y productivos.
4. Conocer los diferentes problemas que existen en la conservación de la Biodiversidad.

La evaluación de los estudiantes fue en dos momentos: al inicio del proyecto y al final del mismo. Se utilizó una escala sencilla del 1 al 5 para evaluar los cuatro resultados de aprendizaje mencionados en el párrafo anterior, donde 1 es malo, 2 regular, 3 bueno, 4 muy bueno y 5 excelente. Al inicio del proyecto el 100 % de estudiantes estaban en la escala de 1

a 3 pero a medida que seguían en el proyecto retroalimentándose de las actividades que realizaban y con las diferentes reuniones e investigación, al final del proyecto el 95 % de los estudiantes llegó a una escala de 4 a 5 y solo el 5 % tubo una escala de 3 a 4.

La segunda evaluación fue de acuerdo la rúbrica de la evaluación del estudiante en los siguientes criterios, Socialización, Participación, Trabajo Colaborativo, Liderazgo, Capacidad para exponer, información técnica y materiales utilizados. Al inicio del proyecto el 80 % de estudiantes estaban en el rango de 1 a 3 y el 20 % estaban sobre 4, la confianza de los estudiantes en transmitir los conocimiento fue aumentando a medida que se desarrollaba el mismo, logrando al final de la evaluación del proyecto que el 80 % de los estudiantes llegaron a una calificación de 4 a 5 y solo el 20 % tubo una calificación de 3 a 4.

El resultado final de la evaluación, no solo es el puntaje obtenido por el director del proyecto según la rúbrica, sino también el puntaje obtenido por la calificación del profesor colegio en la Unidad Educativa donde se dictaron las charlas y los Talleres. El 90 % de los profesores calificaron en excelente y el 10% restante con muy bueno a continuación describo algunos comentarios en la evaluación.

“Rectifico que el trabajo realizado con estudiante de Primer Bachillerato es excelente porque trabaja el área motriz, cognitiva y afectiva necesarios para la instrucción y formación. Para todo el grupo de estudiantes universitarios 4 excelentes” Lcdo. Segundo Navas.

“Calificación 4 excelente, muy interactivo; los estudiantes del colegio están totalmente concentrados y trabajando”. Lcdo. Sebastián Rosado Lucin.

Como parte final del proyecto se realizó un taller de autoevaluación con los estudiantes universitarios en el cual se recogieron comentarios y reflexiones de la experiencia de los estudiantes antes y después de haber realizado el proyecto (ver Tabla 1)

TABLA 1
REFLEXIONES DE LOS ESTUDIANTES

ANTES	AL FINALIZAR DEL PROYECTO
Temor a lo que los niños no entiendan	Aprendimos a hacernos entender
Temor al exponer	Podemos manejar grupos de niños
Paciencia para llegar a ellos	Conservar no es solo cuidar sino participar
Desconocimiento de una parte de la realidad Ecuatoriana	Aprendí a transmitir mis ideas con ejemplos diarios y a nuestro alcance
No Saber manejar Grupos	Confianza para trabajar mejor
Mostrar confianza al momento de hablar	Relacionarnos la carrera y le enseñamos los conocimientos adquiridos en el aula
Estudiar para enseñar	Socializar con niños en temas de

IV. CONCLUSIONES

- Los estudiantes resolvieron un problema de la vida real a través de la técnica de ABP.
- Los estudiantes universitarios lograron un incremento significativo en sus resultados de aprendizaje.
- Se cumplieron todos los tres objetivos principales del proyecto: Capacitar en temas de educación ambiental, definir políticas ambientales en la escuela y Proporcionar infraestructura de reciclaje para la escuela.
- Los estudiantes universitarios aprendieron a interactuar con jóvenes y niños de realidades diferentes.
- Las diferentes estrategias de educación implementadas por lo estudiantes para poder trabajar con los niños fueron exitosas.
- Los estudiantes aprendieron a utilizar metodologías que fueron adquiridas según la responsabilidad y desenvolvimiento en el proyecto.
- Este proyecto fue un aprendizaje de doble retorno es decir los estudiantes de la ESPOL enseñaron y aprendieron.
- La interacción de los alumnos de la Unidad educativa, profesores y estudiantes de la ESPOL fue muy dinámica.

REFERENCES

- [1] N. Robles, "Desarrollo de competencias genéricas mediante el aprendizaje basado en problemas," in *Proceedings of the Eleventh LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2013)*, Cancun, Mexico, 2013.
- [2] J. Romero, R. Escatel, A. Hernández, R. López, and M. González, "Manual de Aprendizaje Basado en Problemas," Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, Secretaría de Extensión Académica, Coordinación de Actualización Docente, México, 2011.
- [3] S. Freeman, S. Eddy, M. McDonough, M. Smith, N. Okoroafor, H. Jordt, and M. Wenderoth, "Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics," *PNAS*, vol. 111, no. 23, pp. 8410–8415, 2014.
- [4] A. Molina, L. Beristáin, E. Tamés, D. Moska, R. Ramírez, and M. Romo, "Un modelo innovador para el aprendizaje activo," in *Proceedings of the Tenth LACCEI Latin American and Caribbean Conference (LACCEI'2012)*, Panama City, Panama, 2012.
- [5] M. Fernández, J. García, A. de Caso Fuertes, R. Fidalgo, and O. Arias, "El aprendizaje basado en problemas: Revisión de estudios empíricos internacionales," *Rev. Educ.*, vol. 341, pp. 397–418, 2006.
- [6] J. C. Perrenet, P. A. J. Bouhuijs, and J. G. Smits, "The suitability of problem-based learning for Engineering Education: theory and practice," *Teach. High. Educ.*, vol. 5, no. 3, pp. 345–358, 2000.
- [7] D. McGrath, "Teaching on the front lines: Using the internet and problem-based learning to enhance classroom teaching," *Holist. Nurs. Pract.*, vol. 16, no. 2, pp. 5–13, 2002.
- [8] Servicio de Innovación Educativa, "Aprendizaje Basado en Problemas." Universidad Politécnica de Madrid, 2008.
- [9] J. Mills and D. Treagust, "Engineering education - Is problem-based or project-based learning the answer?," *Aust. J. Eng. Educ.*, vol. 4, pp. 2–16, 2003.
- [10] C. Betancourt, "Aprendizaje basado en problemas: Una experiencia novedosa en la enseñanza de la ingeniería," *Rev. Educ. En Ing.*, vol. 2, pp. 45–51, 2006.
- [11] R. Lacuesta and C. Catalán, "Aprendizaje basado en problemas: Una experiencia interdisciplinar en Ingeniería Técnica en Informática de Gestión," in *X Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática*, Alicante, 2004.
- [12] J. Planella, L. Escoda, and J. Suñol, "Análisis de una experiencia de aprendizaje basado en problemas en la asignatura de fundamentos de física," *Rev. Docencia Univ.*, vol. 3, pp. 1–16, 2009.