



ITESO

FORMACIÓN PROFESIONAL: INTEGRANDO SABERES ÉTICOS Y DE DESARROLLO SOSTENIBLE. CASO PRÁCTICO PARA INGENIERÍA

Darinka del Carmen Ramírez Hernández,*María Soledad Ramírez Montoya,

**Pedro Pablo Ramírez Moreno

darinka@itesm.mx, *solramirez@itesm.mx, ** pablo.ram@usa.net

Currículo: doctora en Innovación Educativa. Profesora del Departamento de Ingeniería Química del Tecnológico de Monterrey, campus Monterrey. Sus líneas de investigación abordan la innovación educativa en ingeniería, estrategias de enseñanza y tecnología educativa.

***Currículo:** doctora en Educación y en Psicología de la Educación: Instrucción y Currículo. Profesora-investigadora titular en la Escuela de Educación, Humanidades y Ciencias Sociales del Tecnológico de Monterrey, campus Monterrey. Sus líneas de investigación versan sobre la innovación educativa, estrategias de enseñanza y formación de investigadores educativos.

****Currículo:** doctor en Desarrollo Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Profesor-investigador en la UACH. Sus líneas de investigación abordan el desarrollo de los sistemas, productos y aplicación de series de tiempo en proyecciones de variables económicas.

Recibido: 24 de enero de 2015. Aceptado para su publicación: 23 de octubre de 2015.

Resumen

En este artículo presentamos un caso práctico de formación profesional que incorpora elementos de ética y desarrollo sostenible en el aprendizaje del área de ingeniería y cuyo propósito es lograr aprendizajes para la vida profesional. Partimos de las preguntas de investigación: ¿cuáles serían los aprendizajes en aspectos de ética y desarrollo sostenible en alumnos de ingeniería que realizan un proyecto que involucra visita a una planta de bioenergía? ¿En qué nivel de aprendizaje perciben los alumnos que se lograron los objetivos de ética y de desarrollo sostenible planteados por el profesor a través de la realización del proyecto? El método utilizado es de tipo mixto y entre los hallazgos se encuentran aprendizajes en el tema de ética: conciencia, actitud crítica y valoración frente a problemas laborales y de impacto social, y en desarrollo sostenible: actitud crítica y valoración frente a los problemas del medio ambiente.

Palabras clave: formación profesional, educación en ingeniería, ética, desarrollo sostenible.

Abstract

This article presents a practical case in engineering education that incorporates elements of ethics and sustainable development in the learning of engineering with the aim of achieving learnings for the professional life. The research questions are: which learning aspects of ethics and sustainable development in engineering students can be carrying out in a project involving a visit to the plant, concepts of ethics and sustainable development as part of the research subject? And in what level of learning students perceive and achieve the ethics and sustainable development objectives set by the professor through the realization of the project? The method used is of mixed type and some of the findings in ethics were: awareness, critical attitude, and to value the labor problems and the social impact. In sustainable development the learnings were: critical attitude, and to value the problems that the environment has.

Cómo citar este artículo:

Ramírez, D. C., Ramírez, M. S. y Ramírez, P. P. (2015) Formación profesional: integrando saberes éticos y de desarrollo sostenible. Caso práctico para ingeniería. *Sinéctica Revista Electrónica de Educación*, 45. Recuperado de:

<http://www.sinectica.iteso.mx/?seccion=articulo&lang=es&id=705> formacion_profesional_integrando_saberes_eticos_y_de_desarrollo_sostenible_caso_practico_para_ingenieria

Keywords: engineering education, ethics, sustainable development.

INTRODUCCIÓN

En este texto proponemos y describimos un caso educativo de formación profesional en el área de ingeniería, el cual involucra aprendizajes del área del conocimiento, aspectos éticos y de desarrollo sostenible, implícitos en el quehacer profesional y con un impacto de desarrollo y social. La propuesta consiste en una idea que pudiera ser relevante para involucrar actividades en las carreras universitarias que no sólo formen al alumno para un área específica, sino que, además, conlleve la formación de personas para una vida ética, con valores, y una conciencia social para su entorno. Describimos una actividad que se puede adaptar con facilidad a cualquier disciplina y en cualquier etapa de la carrera, sin tener que llegar a los proyectos finales o integradores cuando el alumno ya está en su último semestre.

En un mundo cambiante como en el que vivimos en la actualidad, los docentes se han preocupado por mejorar sus métodos de enseñanza con un enfoque principalmente hacia el conocimiento, ya que la formación de los profesionales requiere su competitividad, pero se ha ido quedado a un lado el aspecto humano. En un gran esfuerzo por complementar la formación profesional con la integración de ética y aspectos de conciencia social y ambiental (desarrollo sostenible), en algunas universidades se han introducido en el currículo proyectos y otras actividades al final de la carrera, o incluso materias, con estos títulos específicos: “ética” y “desarrollo sostenible”.

La ética es la ciencia que estudia las acciones humanas en cuanto a su rectitud y, en este sentido, el Centro para el Estudio de la Ética en las Profesiones (Illinois Institute of Technology, s.f.) plantea qué es un científico de la responsabilidad o un ingeniero a la sociedad. En cambio, el desarrollo sostenible se define como el desarrollo con futuro que garantiza la satisfacción de las necesidades de las generaciones actuales y futuras sin comprometer los recursos naturales y humanos (Fernández y Gutiérrez, 2013). Estos autores aclaran que la palabra sustentabilidad es una mala traducción del inglés; por ello, en este artículo se utilizará sólo la palabra desarrollo sostenible. Aunque describimos conceptualmente ambos temas por separado, los dilemas surgidos en el caso práctico de este artículo acotan lo ético al desarrollo sostenible. Los valores que mencionamos corresponden a la parte ética de la profesión que, se espera, los alumnos reflexionen en su visita a una planta.

Sin embargo, estos temas deberían estar incluidos en la misma forma en la que se construye el conocimiento a lo largo de la carrera. Al respecto, Quintanas (2009) resalta la importancia que tiene hoy la comprensión de la naturaleza humana en su conjunto como finalidad de la educación. Explica el enfoque de la enseñanza hacia el uso del gran conocimiento que ha ido generando el ser humano para cimentar el futuro con el mundo circundante, cómo el conocimiento es útil para vivir y para servir.

Esta necesidad actual en la educación en México y en el mundo requiere algunos cambios en la estructura básica de nuestros modelos educativos, lo cual significa transformar y enfocar las asignaturas con una

visión que plantea a los estudiantes no sólo información o retos intelectuales para la comprensión y formulación de conceptos, sino la reflexión crítica sobre las rea-

lidades en que se desarrolla esa profesión y una deliberación para el compromiso acerca de los beneficios que pueden y deberían tener los sectores menos favorecidos si hubiera un ejercicio ético de la profesión (López, 2011, p. 6).

Lo anterior insta a trabajar en el proceso cognitivo de aprendizaje y en la educación emocional con actividades que conduzcan a aprender valores (Loneragan, 1988). Nuestra intención no es enfocarnos a la educación emocional, pero sí hacer mención de ella, ya que la formación en el aspecto ético encierra una parte emocional (reflexión, actitudes y valores).

El promover la reflexión entre los estudiantes mediante diferentes estrategias didácticas y dilemas éticos de cada profesión, les permite generar valores éticos y formar una visión ética; en otras palabras, se promueve un compromiso para que adquieran en su vida futura como profesionales un sentido de toma de decisiones que considere el entorno social y económico. Los proyectos sociales reales y los trabajos de titulación situados en la realidad pueden ser elementos privilegiados para enfrentar este reto (López, 2011). En ese sentido, los ambientes de aprendizaje constructivistas destacan las tareas auténticas en un contexto significativo en vez de instrucción abstracta fuera de contexto (Gómez, 2010). La implementación de proyectos reales en distintos ambientes puede apoyar en la concientización de los alumnos respecto a su entorno social para que la contribución de su aprendizaje universitario aporte en la solución de los problemas existentes.

En este entorno, presentamos una experiencia educativa que es aplicada en alumnos de cuarto semestre de diversas carreras del área de ingeniería, en la materia de Termodinámica; si bien sus conocimientos son aún muy básicos, la intención es que la generación de conocimiento se vaya dando al mismo tiempo que se crea conciencia hacia los problemas de la sociedad desde inicios de la carrera. Los alumnos visitan una empresa de la localidad con el propósito de conocer en forma práctica y real lo que aprenden en clase; en este proceso, deben formular propuestas de mejora, realizar investigación sobre el tema, y reflexión ética y de desarrollo sustentable. Finalmente, por equipos, envían esta propuesta a un congreso para su publicación.

Por citar un ejemplo de dilema ético para las profesiones del área de ingeniería, mencionamos “el manejo de la basura”. Responder a las preguntas ¿cómo podemos reducirla?, ¿cómo se puede reciclar?, ¿cómo obtener energía de ella sin afectar el medio ambiente? representa en sí ya un dilema ético de la profesión. Según el boletín de prensa número 126/13 emitido por el INEGI en 2013, en la entidad de Nuevo León se genera el cuatro por ciento de los residuos sólidos a nivel nacional, lo que representa un total de 3,078 toneladas diarias. Resulta prácticamente imposible disminuir la producción de la basura, ya que en la actualidad prevalece una creciente tendencia al consumismo, sustentado éste por los medios de comunicación y la presión social; ello ocasiona el aumento en la generación de desperdicios. Conforme se incrementa la población, dicha producción se elevará de modo significativo; por lo tanto, es indispensable encontrar una solución ante tal conflicto ecológico.

Así, la actividad de visitar un contexto real por los alumnos en alguna de sus asignaturas, guiados a su vez por el profesor, permite afianzar el conocimiento visto en clase y comprender con mayor profundidad cuáles son aquellos aspectos de la vida profesional, en la planta industrial, en el lugar de trabajo y en su propia

ciudad, que constituyen dilemas éticos y de desarrollo sostenible. ¿Qué implicaciones tiene con el medio ambiente?, ¿cómo se puede mejorar el proceso?, ¿reutilizar los desechos? Todo lo anterior ayuda a la reflexión y valoración en la toma de decisiones consciente de los aspectos éticos y de desarrollo sostenible en la profesión. Presentamos un ejemplo de lo que se puede lograr al unir esfuerzos entre empresas, gobierno, fondos internacionales y los mismos miembros de la población para buscar soluciones a los problemas que enfrentamos como sociedad y como humanidad y consolidarnos como ciudadanos del mundo.

MARCO CONCEPTUAL

Formación de ingenieros para incidir en aprendizajes para la profesión con ética

El introducir cambios novedosos para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje requiere diversos factores que incidan en aprendizajes que trasciendan y puedan ser importantes para la vida profesional. Más aún si se considera que es relevante que estos aprendizajes vayan de la mano con los aspectos éticos y de desarrollo sostenible. Ramírez (2012) menciona que algunos cambios favorables e intencionales en el proceso educativo modifican objetivos, contenidos, métodos, recursos, prácticas, medios de transmisión del saber y, sobre todo, una visión e intención de impacto social para mejorar (Ramírez, 2012). Por ejemplo, la introducción de dispositivos interactivos como las pizarras digitales en el aula, las actividades, la temporalización o los métodos de evaluación, y los modelos constructivistas como el aprendizaje basado en problemas pueden ser estrategias tecnológicas y cognitivas que ayuden.

La intención principal de realizar cambios en nuestro sistema educativo para una formación profesional con ética es mejorar los aprendizajes al conectar la teoría y la práctica situada en la realidad laboral, y hacer los aprendizajes más significativos de alguna manera para el aprendiz. Para esto se requiere el diseño instruccional de situaciones educativas que promuevan aspectos sobre automotivación y autorregulación con la intención de que se formen competencias para el aprendizaje a lo largo de la vida (García, Tenorio y Ramírez, 2015). También es importante considerar la conexión entre los conceptos y la práctica para la educación en ingeniería (Ramírez y Macías, 2013) y, en ese sentido, los cambios mencionados favorecen el ambiente para el logro de un aprendizaje que pudiera ser significativo. Así, el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes de posgrado se ve favorecido cuando en los programas de estudio se generan facilidades para que los estudiantes participen en proyectos, interaccionen con investigadores y dediquen el mayor tiempo posible a la investigación (Valdés, Noriega, Ángel, Martínez, y Alonso, 2012). Las preguntas serían ¿cómo lograr aprendizaje significativo?, ¿qué es aprendizaje significativo?, ¿qué serían aprendizajes a largo plazo? ¿Qué serían aprendizajes para la vida?

Para el pensamiento piagetiano, la construcción de significado para un aprendizaje significativo consiste en asimilar y acomodar. En este sentido, el autor indica que “las personas construyen significado cuando integran o asimilan el nuevo objeto de aprendizaje a los esquemas que ya poseen de la comprensión de la realidad” (Piaget, citado en Coll, 2008, p. 135). En consecuencia, se da a entender que se imprimen de significado los materiales de aprendizaje nuevos cuando se lleva a cabo la acción mental de insertarlos, articularlos o asimilarlos con los esquemas de conocimiento previo del individuo. Asimismo, la construcción de significados

“implica igualmente una acomodación, una diversificación, un enriquecimiento, una mayor interconexión de los esquemas previos” (Coll, 2008, p. 135). De esta forma, los nuevos esquemas de conocimiento se convierten en una potente fuente de futura atribución de significados.

Ahora bien, para Ausubel (1983, citado por Moreno y Orozco, 2009), se deben reunir algunas condiciones para que se produzca un aprendizaje significativo. Primero, el contenido se le debe presentar a los estudiantes de manera organizada para facilitarles establecer relaciones entre el nuevo contenido y los conocimientos que ya poseen. Es necesaria una adecuada presentación por parte del docente como requisito para que los alumnos entiendan o den significado a lo que tratan de aprender. Segundo, el estudiante debe estar motivado y preparado para hacer un esfuerzo ante el aprendizaje que se le reta asimilar. Tercero, el estudiante necesita una estructura de conocimientos previos activada y dispuesta donde relacionar los nuevos aprendizajes propuestos.

En términos específicos de educación en ingeniería, esto se hace aún más crítico, ya que no es suficiente que el alumno sólo asista a clases o resuelva problemas (Ramírez, Hinojosa y Rodríguez, 2014); la cuestión ahora es cómo hacer que la estrategia didáctica docente tenga en cuenta el conjunto de ideas previas de los estudiantes. Por último, si vivimos en una época del conocimiento, la innovación y la tecnología, podemos decir que con una educación de mayor calidad, en especial en las áreas científicas y tecnológicas, que son las que permiten el rápido cambio y la difusión de las tecnologías, esto nos ayudará a competir en la sociedad del conocimiento (Villareal, 2002).

Formación ética en la sociedad del conocimiento

La ética es una dimensión que debe estar estrechamente ligada al conocimiento en la formación de nuestros profesionales para que puedan ejercer en beneficio de la sociedad en la que viven, y trascender de esta manera con una educación para la vida, del individuo para el individuo y para la sociedad. Esto se hace aún más crítico en las carreras de ingeniería, ya que muchas de sus decisiones en la profesión, si no es que todas, afectan a un gran número de personas, además del medio ambiente y el entorno ecológico.

Desde la perspectiva de la ética en las profesiones, por citar un ejemplo, el código de ética de los ingenieros químicos establece, mediante las metas planteadas por el American Institute of Chemical Engineering, que éste debe advertir formalmente a su empleador o cliente si una consecuencia de sus acciones pudiera, directa o indirectamente, afectar en presente o futuro la salud o seguridad de terceros. Entonces, no se trata nada más de introducir aspectos de ética en los estudiantes; la tarea es más compleja, “es necesario construir una cultura valorativa a la altura de las exigencias de estos tiempos complejos” (López, 2011, p. 1). La respuesta tiene que sustentarse en el conocimiento que se va produciendo sobre las expectativas, valores y creencias de los jóvenes concretos a quienes se busca educar como profesionales no sólo capaces de enfrentar los problemas laborales con eficiencia, sino también como ciudadanos que ejerzan una profesión para el beneficio de la sociedad en la que viven, para la transformación que plantea, de acuerdo con Lonergan (1998, citado en López, 2011).

Los estudiantes y profesores se dan cuenta de la importancia para desempeñarse con éxito en la profesión y de tomar en cuenta elementos significativos de la

personalidad y el comportamiento social que apoyan su desarrollo (Hirsch, 2009). En ese sentido, “las competencias pueden concebirse como acciones intencionales y se refieren no únicamente a las tareas o habilidades que se ejecutan, sino también a la comprensión de las situaciones problemáticas que los sujetos han de afrontar” (Bernal, 2004, p. 142).

Es responsabilidad de cada ciudadano y profesional el comprometerse consigo mismo, con nuestro país y con el resto de la humanidad para llevar a cabo acciones conscientes y concretas en el día a día en materia de ser sostenibles, así como procurar un equilibrio entre los aspectos éticos, sociales, ambientales y económicos de nuestras vidas. Al hacer un cambio en nosotros y nuestro estilo de vida, será posible llegar a estar en armonía con el planeta que habitamos.

Formación para el desarrollo sostenible como compromiso social

La solución a algunos de los problemas actuales del mundo (agua, cambio climático, contaminación y energía) se produce mayormente por las decisiones tomadas por un ingeniero. Por esto, en ellos se deben promover nuevas competencias, conocimientos y habilidades que puedan responder con facilidad a diferentes disciplinas, tomando conciencia y aceptando retos para que se desarrolle un nuevo currículo emprendedor e innovador. En virtud de sus conocimientos, los ingenieros deberían ser capaces de aplicar la naturaleza de la sostenibilidad en cualquier campo laboral.

El integrar el pensamiento sostenible es todo un reto; sin embargo, es esencial para el desarrollo personal y profesional de un ingeniero. Primeramente, porque las organizaciones buscan personas con experiencia previa en el área. Estas experiencias proporcionan nuevas habilidades que incluyen formas de pensar, análisis de datos e interpretación de ellos. Por ello, los departamentos de ingeniería deben integrar el pensamiento de la sostenibilidad en los planes de estudio, porque a los ingenieros cada vez más se les pide hacer frente a estas cuestiones en sus lugares de trabajo (Hawkins, Patterson y Yosie, 2014).

La introducción del desarrollo sostenible a la educación de un ingeniero es un factor primordial para que el estudiante haga conciencia de que existe un equilibrio económico, social y responsable en términos del medio ambiente. Asimismo, se les debe animar a practicar en su quehacer diario con impacto personal mínimo en el capital natural de la tierra mediante la adopción de un compromiso con un estilo de vida sostenible (Mulder, 2014).

Uno de los problemas a los que hoy en día se enfrentan los estudiantes en ingeniería es que existe una gran demanda de energía, ya que la población del mundo está creciendo desmedidamente. Con referencia al ejemplo del aumento creciente de basura y desechos, la contaminación que se produce a consecuencia de esto, sin duda, es un problema preocupante. Sin embargo, también representa un área de oportunidad el conocer que los residuos de las ciudades por lo regular contienen una concentración superior a 50% de materiales biológicos y renovables, y que los desechos orgánicos son en su mayoría materiales biodegradables y pueden aprovecharse para producir energía (Abila, 2014). Este tipo de situaciones son ejemplos que podemos aprovechar para que los alumnos desarrollen proyectos que integren los aspectos de desarrollo sostenible en sus procesos de investigación y solución.

Actualmente, el desarrollo sostenible ha adquirido relevancia en todos los aspectos de la vida universitaria, incluyendo la enseñanza, aprendizaje, investigación e integración social (Du, Su & Liu, 2013). Por ello, la introducción de este tema en

los cursos formará en los estudiantes un nuevo currículo con nuevas competencias, conocimientos y habilidades dirigidos a la sostenibilidad, que complementarán las competencias adquiridas en el currículo base.

MÉTODO

En esta investigación utilizamos un método mixto (Creswell y Plano Clark, 2011); combinamos el método cuantitativo y método de caso único para la parte cualitativa, ya que nos permite enfocarnos en el estudio particular de una situación nueva de la cual no se tiene información previa. El método de caso único forma parte del repertorio de investigaciones naturalistas, integrales, etnográficas y fenomenológicas (Stake, 2005) que corresponden a la disciplina y práctica del enfoque cualitativo de investigación. Para la sección cuantitativa, efectuamos una estadística descriptiva en la que analizamos los datos obtenidos por los cuestionarios para poder llegar a conclusiones y complementar la parte cualitativa de la investigación.

Para la pregunta de investigación ¿cuáles serían los aprendizajes en aspectos de ética y desarrollo sostenible en alumnos de ingeniería que realizan un proyecto en el que se visita una planta de bioenergía?, recurrimos a técnicas cualitativas, como la entrevista en profundidad, la observación y el análisis de documentos. Para la pregunta ¿en qué nivel de aprendizaje perciben los alumnos que se lograron los objetivos de ética y de desarrollo sostenible planteados por el profesor a través de la realización del proyecto?, utilizamos una técnica de tipo cuantitativa por medio de cuestionarios con la escala Likert.

Participantes

La muestra estuvo conformada con una población de 17 alumnos inscritos en la materia de Termodinámica durante el semestre agosto-diciembre de 2014 del Tecnológico de Monterrey, de los cuales sólo 16 participaron en el proyecto en forma completa (ya que uno de ellos no pudo asistir a la visita a planta ni a la presentación de su investigación en el congreso en la etapa final del proceso). De los 16 sujetos participantes, siete son mujeres y nueve, hombres. Una característica de esta materia es que se imparte a alumnos de distintas disciplinas del área de ingeniería. En la muestra tenemos alumnos de las siguientes carreras: dos de Ingeniería en Desarrollo Sustentable; dos de Ingeniería Mecánica; dos de Ingeniería en Biotecnología; y diez de Ingeniería Química. Esta materia se imparte en cuarto semestre como tronco común para las carreras de Ingeniería.

Descripción del proyecto que realizaron los alumnos

En la primera etapa se les entregó a los alumnos el proyecto junto con la rúbrica de evaluación en el salón de clases. Se formaron los equipos de cuatro a cinco personas y se les explicó en qué consistía la planta que iban a visitar; además, se aclararon dudas de cómo debía ser su reporte. En esta primera etapa, los alumnos debían investigar previamente el proceso a analizar, el significado de bonos de carbono, el uso de bonos de carbono en la planta, las normas ambientales que se aplicarían al proceso que iban a analizar, y el código de ética de la profesión de cada uno de los participantes del equipo. Después, se preparó la visita a la planta; se establecieron los contactos y se explicaron las normas de seguridad.

En una segunda etapa se realizó la visita a la planta. Los alumnos tuvieron una semana para entregar su reporte de la planta, el cual incluye los aspectos: análisis de

energía, éticos, de ciudadanía y desarrollo sostenible, de acuerdo con la rúbrica que se les entregó. La última etapa del proyecto consistió en la entrega de un resumen con la propuesta de mejora a la planta. Este resumen fue enviado a un congreso internacional. Los resúmenes que fueron aceptados se debían convertir en artículo.

INSTRUMENTOS Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

La fuente de información principal utilizada en esta investigación fueron los alumnos. Para la sección cualitativa, usamos como instrumentos: la entrevista en profundidad con base en el cuestionario que presentamos en el anexo A; la observación (ver anexo B); y el análisis de documentos (ver anexo C). La entrevista se realizó con un grupo focal de tres alumnos en una conversación informal sobre su experiencia del proyecto. Ésta tuvo dos momentos: uno después de la visita a planta y otro, luego de las presentaciones en el congreso. La observación se llevó a cabo durante todo el semestre, para lo cual se tomaron fotos, se grabaron todas las clases en video (se tiene un salón especial en donde se graban todas las clases) y, por último, se tomaron notas. Los documentos analizados fueron principalmente el reporte del proyecto y el artículo que presentaron por equipos en un congreso (ver anexo C y figura 3).

Para la sección cuantitativa, elaboramos un cuestionario en la escala Likert (ver anexo D) que se compone de dos secciones: ética y desarrollo sostenible. Este instrumento se diseñó con base en los objetivos específicos que se deseaban lograr:

- Desarrollar la competencia ética de los valores propios de la profesión mediante una reflexión sobre su código de ética.
- Fomentar la competencia ciudadana de sensibilización sobre el entorno laboral. Creemos que este aspecto debe ser considerado dentro de la ética y la elaboración de una propuesta de mejora de impacto social.
- Promover la competencia de desarrollo sostenible enfocada al análisis de procesos industriales y su impacto en términos del aprovechamiento de desechos y bonos de carbono. La escala Likert se utilizó con cinco niveles: totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, ni en desacuerdo ni de acuerdo, de acuerdo, y totalmente de acuerdo.

Triangulamos la información obtenida en el análisis cualitativo con base en los instrumentos utilizados y generamos las categorías y subcategorías. En esta sección, tomamos especial interés en los ensayos de reflexión de los alumnos respecto a ética y desarrollo sustentable en la profesión en relación con la visita a la planta y que entregaron como parte del reporte del proyecto. La triangulación con todos los instrumentos le da validez y confiabilidad al estudio. En el caso de la sección cuantitativa, elaboramos dos gráficos que están diseñados para mostrar los resultados de la aplicación de la escala Likert. Dado que esta escala consiste en una escala ordinal, las medidas de estadísticas descriptivas convencionales no se pueden aplicar, pero sí podemos calcular algunas medidas de posición, como la mediana.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos se analizaron en dos secciones: el análisis cualitativo y el análisis cuantitativo, y en dos categorías principales: ética y desarrollo sostenible.

Sección de ética

En esta sección, como resultado del análisis de los datos, obtuvimos las siguientes subcategorías: conciencia, actitud crítica, valores, sentido humano y responsabilidad. Las subcategorías (análisis cualitativo) se generaron principalmente con base en los enunciados y palabras clave mencionadas con mayor frecuencia en la sección de aprendizajes y conclusiones del reporte de los alumnos (ver anexo C). Revisamos los reportes de los 16 alumnos e hicimos la cuantificación y relación de ideas para, así, generar una lista con las “ideas” o “palabras” que ellos asocian al término de ética.

En la subcategoría de conciencia (100% de los comentarios en este rubro), los alumnos comentaron acerca de las implicaciones que tiene una empresa con el medio ambiente, conciencia del trabajo del ingeniero para su medio ambiente y la comunidad. Respecto a la actitud crítica (12% de los comentarios en este rubro), un alumno señaló: “A través de la visita, se pudo adquirir una actitud crítica y consciente de la situación que se vive por los contaminantes en el medio ambiente debido a la basura, así como los proyectos y oportunidades que se pueden desarrollar dentro del ámbito químico”.

En cuanto a los valores (12% de los comentarios en este rubro), un alumno opinó: “Se percibieron valores como la ecología, la responsabilidad, la justicia, el compromiso, el trabajo en equipo, la honestidad, el respeto, entre otros, los cuales son indispensables para que como ingenieros químicos logremos un impacto en la comunidad a través de nuestro desempeño profesional”. En el aspecto de sentido humano, aunque sólo 6.25% utilizó la palabra explícitamente, todos hicieron comentarios utilizando palabras como “para la comunidad, para las personas”, etcétera, lo que nos hace pensar que este porcentaje podría ser más alto. La responsabilidad fue mencionada sólo por un alumno, quien destacó la importancia de que un ingeniero sea responsable en su práctica profesional.

Podemos aseverar, entonces, que la visita a la planta favoreció la conciencia de los alumnos respecto a aspectos éticos en la actividad profesional. En este hallazgo, hubo cuatro momentos que pudieran estar interviniendo: la actividad previa en la que deben investigar respecto a su código de ética; la visita a la planta; la escritura de su proyecto; y la escritura de su artículo.

Haciendo referencia a López (2011), una cultura valorativa se construye no en un momento o en una clase; es importante también para el profesor crear conciencia de ello e introducir en nuestra docencia este tipo de actividades. En los resultados, observamos cómo los alumnos expresan y utilizan las palabras de acuerdo con lo que consideran sus valores principales en lo que tiene que ver con su vida profesional futura o, como señala Hirsch (2009), esos elementos que serán significativos para su desarrollo.

En el análisis cuantitativo de la sección de ética (estadística descriptiva de los datos), con base en el cuestionario aplicado, la mediana está en el casillero 4 (“de acuerdo”); esto se puede interpretar como que sí se logró el objetivo de aprendizaje, aunque todavía se puede mejorar (ver figura 1).

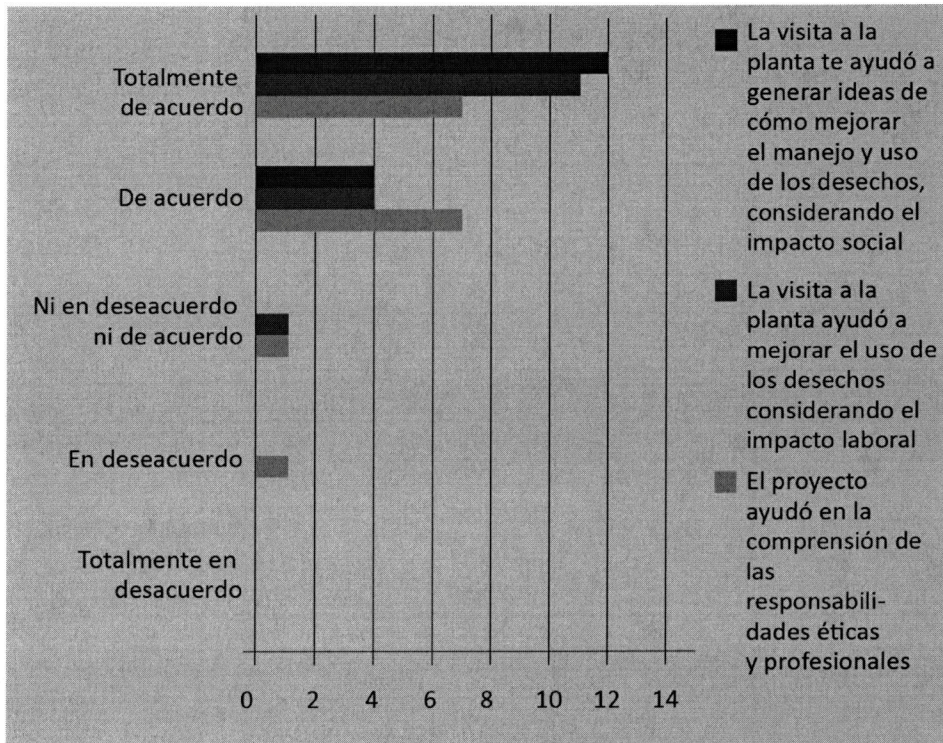


Figura 1. Aspectos relacionados con ética

Sección de desarrollo sostenible

En esta sección, como resultado del análisis cualitativo de los datos (tratamiento igual que para la sección de ética), obtuvimos las siguientes subcategorías: actitud crítica, valoración, beneficio económico, calentamiento global, producción de energía limpia, efecto invernadero, y medio ambiente.

Los resultados obtenidos en las subcategorías quedan distribuidos en porcentajes parecidos, excepto para la palabra energía, que fue la que más se repitió en los comentarios de los alumnos. Se mencionó en varios de los comentarios el antes y el después de la visita; por ejemplo, un alumno explicó:

Antes de esta visita yo no tenía idea que fuese capaz de crearse energía a través del aprovechamiento de gases creados por la descomposición de la materia orgánica que se encuentra en los rellenos sanitarios y considero que es una muy buena idea aprovechar estos desechos de manera que te ayuden a crear energía y disminuir las emisiones de metano al medio ambiente.

Otro alumno comentó: “Un detalle que no había considerado hasta la visita, y que a partir de ésta comencé a valorar es la importancia que tiene este proceso para la reducción de emisiones de metano a la atmósfera”. Aquí, los alumnos revelan un entendimiento de la importancia que tiene la sostenibilidad, como mencionan Hawkins, Patterson y Yosie (2014), en el sentido de que cada vez más los ingenieros tienen que hacer frente a situaciones de este tipo en su lugar de trabajo.

Desde otro punto de vista, al analizar los resultados, advertimos cómo se mencionan palabras clave (las categorías que se generaron: actitud crítica, valoración, beneficio económico, calentamiento global, producción de energía limpia, efecto

invernadero y medio ambiente) que tienen que ver con el término de desarrollo sostenible; esto pudiera representar que el proyecto que realizaron les ayudó a visualizar el contexto donde se utilizarán estos términos en su práctica profesional como futuros ingenieros; en otras palabras, conecta la teoría con la práctica (Ramírez y Macías, 2013).

En el análisis cuantitativo de esta sección, también realizamos una estadística descriptiva de los datos con base en el cuestionario aplicado. La mediana estuvo en el casillero 5 (“totalmente de acuerdo”), lo cual podemos interpretar como que sí se logró el objetivo de aprendizaje y, además, fue significativo (ver figura 2). Sin embargo, es importante aclarar que, como son alumnos del área de ingeniería, tal vez estén más familiarizados con el entendimiento y la valoración de estos conceptos (de desarrollo sostenible) que con los de ética en forma separada.

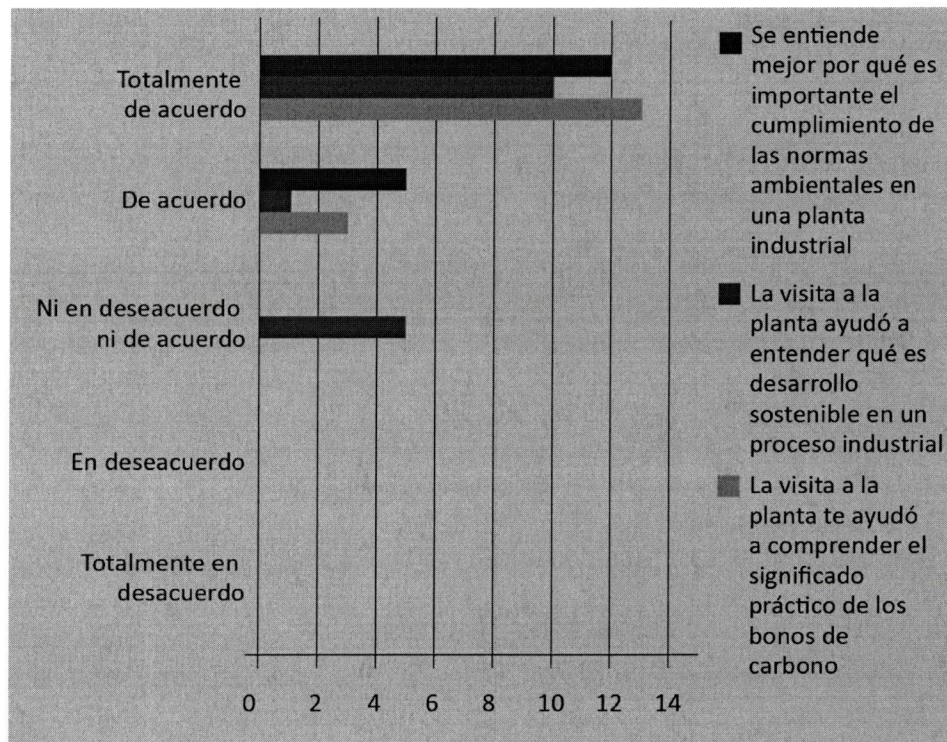


Figura 2. Aspectos relacionados con desarrollo sostenible

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES PARA LA PRÁCTICA EDUCATIVA

Crear las condiciones para brindar una educación con formación ética para la vida profesional y que incluya aspectos emergentes y urgentes de nuestra época es, sin duda, una de las prioridades en cualquier ámbito educativo. El involucramiento de los dilemas éticos de nuestra vida diaria en los aprendices es parte de los cambios educativos que se deben estar haciendo para la construcción de un mundo hacia una sociedad del conocimiento con mejores personas.

En ese sentido, la aplicación profesional que presentamos en este artículo, en la cual la relación teórica-práctica de los conceptos citados son puestos en contexto para los alumnos, permite el aprendizaje de un caso particular cuyo eje es el problema ético para el desarrollo sostenible. La visita a la planta industrial de aprovechamiento de desechos para la producción de energía para los alumnos del área de ingeniería ayudó a que los alumnos desarrollaran conciencia, actitud crítica y valora-

ción con sentido humano frente a la situación laboral y social de la empresa.

La reflexión sobre su código de ética, la sensibilización sobre el entorno laboral y la elaboración de una propuesta de mejora de impacto social, así como el análisis de procesos industriales y su impacto en términos del aprovechamiento de desechos y de bonos de carbono, se lograron al poner en contexto al alumno con la realidad práctica de la profesión, en este caso, la planta de bioenergía. Este tipo de actividades permite obtener y evidenciar el aprendizaje teórico-práctico, que de otra forma (sólo en el salón de clases) no podrían sentir, mirar, tocar y, por lo mismo, no tendrían esa experiencia significativa que puede convertirse en un aprendizaje para la vida.

En el tema de desarrollo sostenible, los alumnos valoraron y tuvieron actitud crítica frente a los problemas de impacto al medio ambiente, como el factor económico, el calentamiento global y la producción de energía limpia, entre otros. Todo lo anterior, ligado al aprendizaje profesional del área de ingeniería que obtuvieron con la visita a la planta y la elaboración del proyecto. De acuerdo con los resultados del estudio en lo referente a la ética, podemos concluir que los aprendizajes fueron significativos (en el nivel más alto de la escala Likert presentada), lo que, en consecuencia, puede llegar a incidir en la ética de su vida profesional.

La búsqueda de mejores prácticas y de trascendencia para la formación de la vida profesional del estudiante no es fácil; requiere una mayor cantidad de tiempo y energía, principalmente por parte del profesor. Sin embargo, los resultados son los que motivan al docente y a los alumnos en este tipo de procesos. Como conclusión final, queda clara la relevancia que tiene el incluir aspectos éticos y de desarrollo sostenible en la formación para la vida de nuestros estudiantes; lo importante es continuar haciendo esfuerzos encaminados en esa dirección.

Reflexiones de sugerencias para la práctica educativa y futuros estudios

Recomendamos continuar realizando cambios educativos de este tipo en otras materias y disciplinas, así como redes colaborativas para poder tener más experiencias y trascender en la formación de nuestros alumnos con mayor sentido humano y no subestimarlos en el alcance de sus aprendizajes, ya que en esta experiencia, los alumnos concluyeron su semestre con la presentación de su proyecto en un congreso internacional de investigación. Los artículos de todos los alumnos fueron aceptados en el congreso y ellos mismos buscaron el patrocinio para asistir.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abila, N. (2014). Managing municipal wastes for energy generation in Nigeria. *Renewable and Sustainable Energy Review*, 37, 182-190.
- Bernal, A. (2004). La construcción de la identidad personal como proyecto de educación moral. Supuestos teóricos y delimitación de competencias. *Teoría de la Educación, Revista Interuniversitaria*, 15, 129-160.
- Illinois Institute of Technology (s.f.). Center for the Study of Ethics in the Professions. Recuperado de <http://www.iit.edu/research/profiles/csep.shtml>
- Coll, C. (2008). Significado y sentido en el aprendizaje escolar. Reflexiones en torno al concepto de aprendizaje significativo. *Journal for the Study of Education and Development*, (41), 131-142 Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=48298>
- Creswell, J. & Plano, V. (2011). *Designing and conducting mixed method research*. (2a ed.). Thousand Oaks CA, EUA: Sage.

- Du, X., Su, L. & Liu, J. (2013). Developing sustainability curricula using the PBL method in a Chinese context. *Journal of Cleaner Production*, 61, 80-88.
- Fernández, L. y Gutiérrez, M. (2013). Bienestar social, económico y ambiental para las presentes y futuras generaciones. *Información Tecnológica*, 24(2), 121-130. Recuperado de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642013000200013&lng=es&tlng=es. 10.4067/S0718-07642013000200013
- García, B., Tenorio, G. y Ramírez, M. (2015). Retos de automotivación para el involucramiento de estudiantes en el movimiento educativo abierto con MOOC. *RUSC Universities and Knowledge Society Journal*, 12(1), 91-104. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.7238/rusc.v12i1.2185>
- Gómez, L. (2010). Características de los ambientes híbridos de aprendizaje: estudio de caso de un programa de posgrado de la Universidad de los Andes. *RU&SC. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento* (1), 1-9. Recuperado de http://idp.uoc.edu/index.php/rusc/article/viewFile/655/v7n1_osorio
- Hawkins, N., Patterson, J. y Yosie, T. (2014). Building a sustainability road map for engineering education. *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*, 2(3), 340-343.
- Hirsch, A. (2009). Competencias y rasgos de ética profesional en estudiantes y profesores de posgrado de la UNAM. *Sinéctica*, (32), 14-16. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-109X200900010003&lng=es&tlng=es
- INEGI (2013). Estadística básica sobre medio ambiente datos de Nuevo León. *Boletín de prensa núm. 126/13*. Publicado 10/04/2013. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/Boletines/Boletin/Comunicados/Especiales/2013/Abril/comunica7.pdf>
- Lonergan, B. (1988). *Método en teología*. Salamanca, España: Sígueme. Recuperado de http://www.reduval.org.mx/files/memoria_ixjornada/files/mesas/valores_y_etica_profesionales_1/la_formulacion_de_las_preguntas_eticas_de_las_profesiones.pdf
- López, J. (2011). Educar al universitario de "ahorita". Los desafíos de la formación ética de los universitarios mexicanos en la cultura individualista posmoderna. *Sinéctica* (37), 1-16. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-109X2011000200001&lng=es&tlng=es
- Moreno, F., y Orozco, C. (2009). *Teoría de la instrucción vs. teoría del aprendizaje significativo: contraste entre J. Bruner y D. Ausubel*. Biblioteca electrónica Ebrard Reader. Recuperado de <http://0-site.ebrary.com.millennium.itesm.mx/lib/consorcioitesmsp/docDetail.action?docID=10327092&p00=ausubel>.
- Mulder, K. (2014). Strategic competencies, critically important for Sustainable Development. *Journal of Cleaner Production*, 78, 243-248
- Quintanas, A. (2009). Una ética para la vida en la sociedad tecnocientífica. *Sinéctica*, (32), 1. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-109X2009000100010&lng=es&tlng=pt
- Ramírez, D., Hinojosa, C. y Rodríguez, F. (2014). Advantages and disadvantages of flipped classroom: STEM student's perceptions. *7th International Conference of Education, Research and Innovation ICERI 2014*, Seville, Spain 17-19. Publisher: IATED. Recuperado de <http://library.iated.org/view/RAMIREZ2014ADV>
- Ramírez, D. y Macías, M. (2013) Solving material balance problems at unsteady state using a remote laboratory in classroom. *Proceedings of the American Society of Engineering Education ASEE 2013* Atlanta, Georgia. Recuperado de <http://www>.

- asee.org/public/conferences/20/papers/8178/view
- Ramírez, M. (2012). *Modelos y estrategias de enseñanza para ambientes innovadores*. Monterrey, México: Editorial Digital del Tecnológico de Monterrey.
- Stake, R. (2005). *Investigación con estudio de casos* (3ra. Ed.). Madrid, España: Morata.
- Valdés, Á., Noriega, V., Ángel, J., Martínez, C. y Alonso, E. (2012). Competencias científicas en estudiantes de posgrado de ciencias naturales e ingenierías. *Sinéctica* (39), 1-16. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-109X2012000200012&script=sci_arttext
- Villareal, R. (2002). América Latina frente al reto de la competitividad: crecimiento con innovación. *CTS+ I: Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, (4), 2. Recuperado de <http://www.oei.es/revistactsi/numero4/latina.htm>

ANEXO A

INSTRUMENTO: ENTREVISTA EN PROFUNDIDAD CON BASE EN EL CUESTIONARIO

SECCIÓN DE PREGUNTAS ABIERTAS

1. ¿Qué fue lo que más te gustó de la actividad realizada para la planta de bioenergía? Menciona al menos 3. (Recuerda que esta actividad empieza con la visita a la planta y culmina con la presentación del artículo.)

2. ¿Qué fue lo que te gustaría se mejorara o que no te gustó de la actividad realizada para la planta de bioenergía? (Recuerda que esta actividad empieza con la visita a la planta y culmina con la presentación del artículo.)

ANEXO B

INSTRUMENTO: OBSERVACIÓN



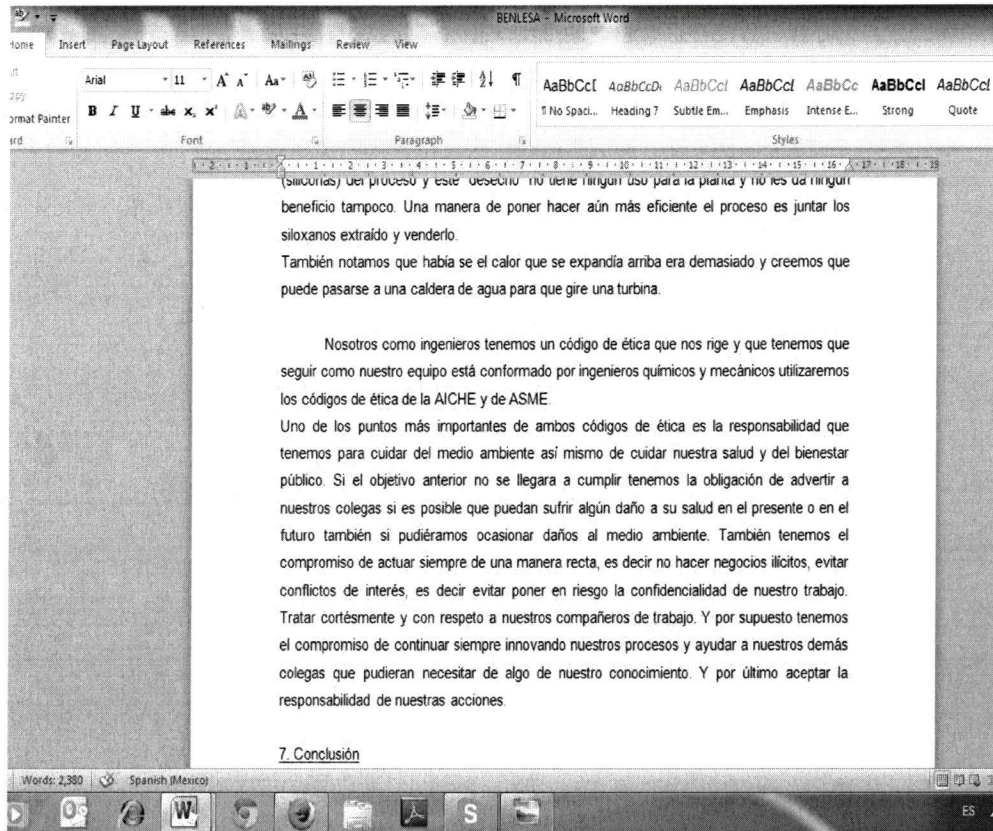
Figura 3. Visita a la planta de bioenergía



Figura 4. Presentación de los alumnos en el Congreso CIIE 2014 (<http://sitios.itesm.mx/vie/ciie/2014/convoca.htm>)

ANEXO C

INSTRUMENTO: DOCUMENTOS



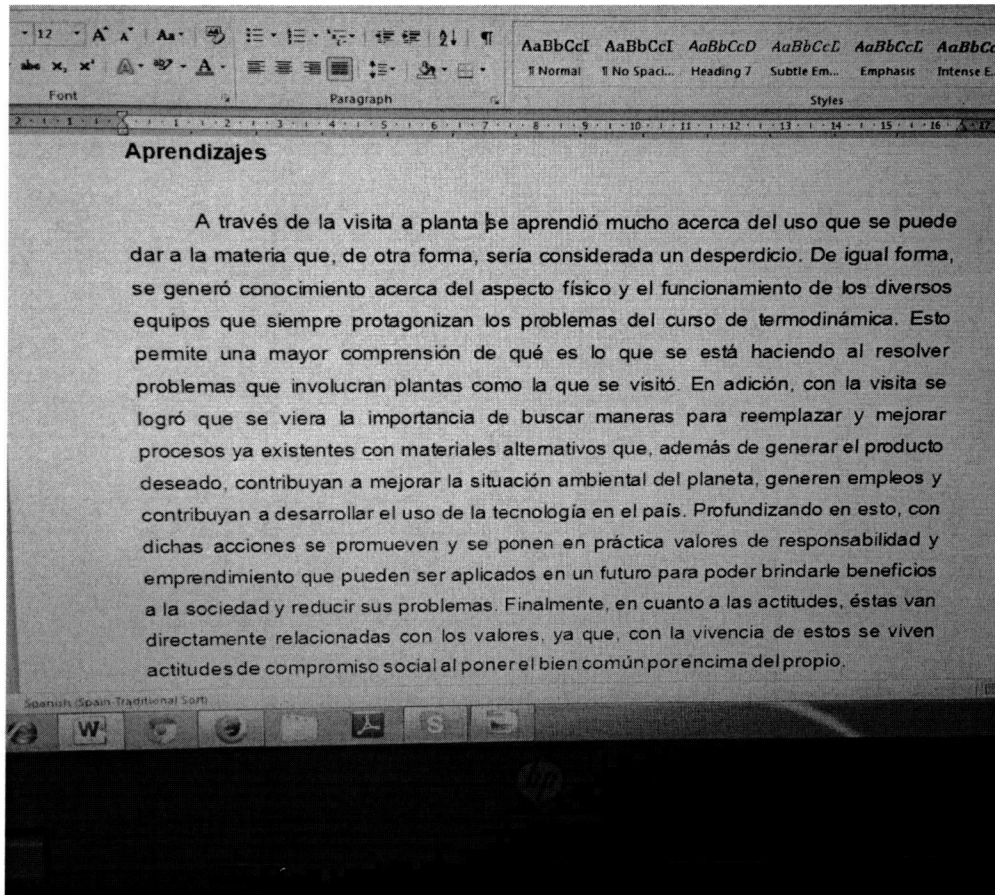


Figura 5. Reporte de alumnos, sección de aprendizajes

ANEXO D

INSTRUMENTO: CUESTIONARIO ESCALA LIKERT

Instrucciones: *Selecciona con una X la respuesta que más se acerque a lo que opinas*

1. Ética y ciudadanía

Pregunta	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La actividad te ayudó entender el significado de tu código de ética al trabajar en planta.					
La visita a planta te ayudó a generar ideas de cómo mejorar el manejo y uso de los desechos de esta planta considerando el entorno laboral de la planta (pepenadores y trabajadores).					
La visita a planta te ayudó a generar ideas de cómo mejorar el manejo y uso de los desechos de esta planta considerando su impacto social en el entorno inmediato y ciudadano (pepenadores, trabajadores, alrededores, suelo y calidad de vida de la comunidad).					

2. Desarrollo sostenible

Pregunta	Totalmente en des-acuerdo	En des-acuerdo	Ni de acuerdo ni en des-acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La visita a la planta te ayuda a comprender el significado práctico de los bonos de carbono.					
La visita a planta te ayudó a entender lo que es el desarrollo sostenible en un proceso industrial.					
Se entiende mejor el porqué es importante el cumplimiento de las normas ambientales en una planta industrial.					