

Modelo de acciones generadas en el aula para promover una cultura de la sustentabilidad en estudiantes de bachillerato

Model of in-class generated actions to promote sustainability culture in Bachelor degree students

Saulo Hermosillo Marina

Escuela Nacional Preparatoria/ Universidad Nacional Autónoma de México
saulo@unam.mx

Pablo González Yoval

Escuela Nacional Preparatoria/ Universidad Nacional Autónoma de México
yoval@unam.mx

Resumo:

O modelo de ação que apresentamos baseia-se nas atividades realizadas na Escola Nacional Preparatoria (ENP, UNAM). O modelo considera duas fases. A primeira inclui atividades orientadas a um âmbito extraescolar, e a segunda, ao que acontece na escola, especificamente nas atividades de sala de aula. Na primeira fase, o modelo começa com o cálculo da pegada ecológica por parte dos alunos. De um modo geral, a pegada ecológica consiste num indicador do impacto ambiental causado pelas necessidades humanas nos ecossistemas do planeta, relacionando-as com a capacidade que a Terra tem de gerar novamente os recursos que estão sendo utilizados. Existem diferentes indicadores para o cálculo da pegada ecológica e, por isso, apresentamos uma breve análise de alguns dos que consideramos adequados para o nosso contexto, além de adaptações e / ou modificações dos mesmos. Com base em nossa experiência, podemos argumentar que cada versão da pegada ecológica tem uma intencionalidade que reflete uma filosofia de sustentabilidade de quem a propõe e, dependendo do contexto educacional em que é aplicada, uma poderá ser mais apropriada do que outra. A segunda etapa é reflexiva e se desenvolve com base na análise e discussão dos resultados da pegada ecológica. A terceira etapa, de ação, decorre a partir de que atividades podem ser realizadas, no plano individual e coletivo, para reduzir as estatísticas obtidas na pegada ecológica. Apresentar-se-ão os resultados da aplicação de uma pegada ecológica elaborada com base em folhas de cálculo.

Palavras-chave: Pegada ecológica; sustentabilidade; impacto ambiental.

Resumen:

El modelo de acción que presentamos está basado en las actividades realizadas en la Escuela Nacional Preparatoria (ENP, UNAM). El modelo considera dos fases. La primera incluye actividades orientadas a un ámbito extraescolar y la segunda a lo que ocurre en la escuela, y en específico en el salón de clases. Para la primera fase, el modelo inicia con la resolución de la huella ecológica por parte de los estudiantes. De forma general la huella ecológica es un indicador del impacto ambiental que ocasionan las necesidades humanas en los ecosistemas del planeta, relacionándola con la capacidad de la Tierra de regenerar los recursos que están siendo utilizados. Hay diferentes



versiones de la huella ecológica, por lo que presentamos un breve análisis de algunas de ellas que consideramos adecuadas a nuestro contexto, así como las adaptaciones y/o modificaciones a las mismas. Con base en nuestra experiencia, podemos argumentar que cada versión de huella ecológica tiene una intencionalidad que refleja una filosofía de la sustentabilidad de quien la propone y, dependiendo del contexto educativo en que se aplique, podrá resultar una más adecuada que otra. La segunda etapa es reflexiva; esta ocurre con base en el análisis y discusión de los resultados de la huella ecológica. La tercera etapa, la acción, se plantea a partir de qué actividades se pueden realizar en lo individual y lo colectivo para disminuir los estadísticos obtenidos en la huella ecológica. Se presentan los resultados de la aplicación de una huella ecológica elaborada con base en hojas de cálculo.

Palabras clave: Huella ecológica; sustentabilidad; impacto ambiental.

Abstract:

The action model presented is based on the activities of the National Preparatory School (ENP, UNAM). The model considers two phases. The first includes extracurricular activities and the second curricular ones, specifically developed in the classroom. For the first phase, the model starts with the calculation of the ecological footprint by students. Generally, the ecological footprint is an indicator of the environmental impact caused by human needs on the planet's ecosystems, relating to the Earth's ability to regenerate the resources being used. There are different versions of the ecological footprint, so we present a brief analysis of some ecological footprints considered appropriate to our context with adaptations and / or modifications. Based on our experience, we can argue that each version of ecological footprint has an intentionality that reflects the proposer's philosophy concerning sustainability and that, depending on the educational context in which it is applied, one can be considered more or less appropriate than the other. The second stage is reflexive; this occurs based on the analysis and discussion of the results of the ecological footprint. The Action, or third stage, emerges from the activities eligible to be performed on the individual and the collective levels to reduce the statistics obtained in the ecological footprint. Results emerging from the implementation of an ecological footprint made, based on spreadsheets, are presented.

Key Words: Ecological footprint; sustainability; environmental impact.

Introducción

La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) es una de las principales instituciones educativas de México. Imparte educación en diferentes grados educativos: medio superior, superior y posgrado. El modelo de acción que presentamos está basado en las actividades realizadas en uno de los subsistemas de nivel medio superior, la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) y en específico en uno de sus planteles.

La UNAM cuenta con un mecanismo institucional que es el Programa Universitario del Medio Ambiente que está encaminados a promover una cultura de desarrollo sustentable dentro y fuera de la universidad. A pesar de lo anterior, este programa no tiene una incidencia directa con la ENP, lo cual se refleja en la ausencia de acciones concretas y articuladas para favorecer una cultura de la sustentabilidad en los diferentes planteles.



Por otra parte, los planes y programas de estudio de la ENP carecen de un eje que incluya a la sustentabilidad como un elemento de transversalidad en las diferentes asignaturas. En contraparte, algunas asignaturas (como Biología V) incluyen una unidad centrada en temas científicos relacionados con una cultura de la sostenibilidad, así como un enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad.

Debido a la anterior, los autores desarrollamos desde hace varios años una metodología de trabajo con la finalidad de propiciar una cultura de la sustentabilidad en los estudiantes, y es lo que presentamos a continuación como modelo de acciones generadas a partir de la actividad cotidiana en el aula. Relacionado con lo anterior, nos referimos en la parte final de este escrito a una acción concreta con la dicotomía de fomentar una cultura de la sustentabilidad asociada a un proceso de alfabetización científica mediante la impartición de talleres.

Contextualización teórica

Con base en sus resultados, Gottlieb, Kissinger, Vigoda-Gadot y Haimb (2012) mencionan que un mecanismo que permite a las instituciones educativas realizar orientaciones y recomendaciones para fomentar una cultura de la sostenibilidad es el uso de indicadores. Estos autores señalan que el empleo de indicadores tiene como ventaja el poder describir y caracterizar el grado de sustentabilidad de una institución. De esta forma, el centro educativo tiene la posibilidad de: a) identificar qué sectores o áreas requieren particular atención, y b) facilitar el diseño de estrategias que incidan directamente en alcanzar metas y objetivos derivados de un contexto de cultura de la sostenibilidad.

En esta dimensión educativa, Vega y Martínez (2013) argumentan que un indicador ambiental debe poseer, como una de sus características, el proporcionar información científica de manera sencilla, condensada en un número, para que a partir de la lectura del mismo, un individuo (estudiante, profesor, administrador escolar) o una comunidad (grupo escolar, escuela), interprete y tome decisiones con respecto a las necesidades de los recursos naturales que demanda para su funcionamiento, así como los posibles residuos que se generan como resultado de las actividades docentes y administrativas que se llevan a cabo.

Ibarra-Cisneros y Monroy-Ata (2014) refieren que un indicador frecuentemente empleado en el ámbito educativo, y otros sectores, es la huella ecológica. De manera literal citan a Mathis Wackernagel y William Rees para definirla como “una medida de cuánta tierra y agua productivas requiere un individuo, una ciudad, un país o la humanidad, para producir los recursos que consumen y para absorber los desechos que generan”. Añaden que la estimación de la huella ecológica representa una actitud innovadora para calcular la carga que impone una institución en el medio ambiente natural.

En este sentido hay varias investigaciones y materiales enfocadas a la sustentabilidad y su dimensión educativa (Gil Pérez & Vilches, 2006; Vilches & Gil Pérez, 2013; Vilches, Gil Pérez, Toscano, & Macías, 2008;) así como la aplicación de la huella ecológica, sobre la cual podemos mencionar a: Rees y Wackernagel (1996), Haberl, Erb, y Krausmann (2001), Domenech (2006), Domenech (2007), Martínez (2008), Kitzes y Wackernagel (2009), Amend et al. (2011), Arto (2011), Sonika, Sonu, Manoj y Amarjee (2012), Colorado (2016) y los tres ya citados de Gottlieb et al. (2012), Vega y Martínez (2013), Ibarra-



Cisneros y Monroy-Ata (2014).

Para Vega y Martínez (2013), al igual que otros autores, el procedimiento aritmético del cálculo de la huella ecológica se relaciona y fundamenta con los sistemas ecológicos. La primera relación deriva de considerar que, en las colectividades humanas, para poder brindar un servicio o fabricar un artefacto, se necesitan flujos de materia prima y energía, los cuales son extraídos de los sistemas ecológicos. Otra relación con los sistemas ecológicos es que estos deben ser capaces de asimilar los residuos generados en tres etapas: a) Durante el proceso de generación del servicio o artefacto, b) Mientras ocurre el uso servicio o artefacto, y c) Una vez que el servicio o artefacto haya culminado su vida útil. Por último, para brindar el servicio o producir el artefacto, se requiere de un espacio con infraestructura, lo cual implica que ocurra una reducción de la superficie disponible de los sistemas ecológicos productivos.

Añaden Vega y Martínez (2013) que otra característica del índice de la huella ecológica es su unidad de medida, la cual corresponde a una hectárea global. Esta representa la superficie requerida del planeta para asimilar el impacto de las actividades humanas, reflejadas en los tres supuestos mencionados en el párrafo anterior. Otra forma de medida es la *equivalencia en planetas*, siendo este el número de planetas Tierra que se requieren para mantener a toda la humanidad, si todos tuvieran un estilo de vida similar a la persona que realizó el cálculo. De forma específica, en nuestra experiencia de aplicación, esta unidad de planetas influye más que la unidad de hectáreas globales en una valoración de lo que consume un estudiante. Sin embargo, la hectárea global, como analizaremos posteriormente, permite un mejor manejo comparativo por parte del estudiante, de las diferentes categorías de la huella ecológica.

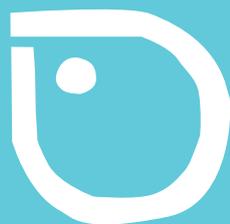
El fundamento del cálculo de la huella ecológica es complejo y en un contexto educativo sería conveniente simplificar su metodología, para que efectivamente cumpla la función de ser un dato científico que oriente a la reflexión del consumo de recursos y su repercusión en los sistemas ecológicos. De manera general, podemos mencionar que el cálculo del indicador de la huella ecológica se realiza mediante las respuestas a preguntas que proporcionan información de lo que consume y genera de residuos. Las preguntas están agrupadas en diferentes categorías: a) Uso del agua, b) Consumo de alimentos, c) Transporte, d) Vivienda, e) Uso de la energía, f) Ropa, g) Productos, y h) Ocio y recreación. Una característica deseable en el cálculo de la huella ecológica es que se tenga la posibilidad de obtener los resultados para cada una de las categorías, además del cálculo final.

De forma operativa la obtención del índice de la huella ecológica se realiza por medio de la resolución de cuestionarios de forma manual y/o digital. En Internet existen varias calculadoras de la huella ecológica, que es así como se denominan a las aplicaciones que permiten realizar el cómputo de la misma. Dos ejemplos que en años anteriores hemos utilizado son:

<<http://www.tuhuellaecologica.org/>>

<<http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/calculators/>>

El uso de calculadora de huella ecológica presenta a veces dificultades como mencionan Ibarra-Cisneros y Monroy-Ata (2014); destacan en su análisis que los contextos culturales pueden influir en la eficacia del instrumento, por lo cual se requiere adecuar las preguntas. El cuestionario que proponen fue diseñado para el estilo de vida del mexicano medio, y considera compras de alimentos más frecuentes, como las tortillas y otros usos y costumbres, propios de la cultura mexicana.



Otro problema que detectaron fue que en ocasiones un estudiante tiene dificultades para acceder a Internet, por lo cual la resolución de cuestionarios impresos y que faciliten el cómputo es una buena alternativa. En otras ocasiones los enlaces de las publicaciones están rotos o no se han actualizado; los dos enlaces mencionados funcionaban al momento de elaborar este escrito. Para el caso de la calculadora propuesta por Ibarra-Cisneros y Monroy-Ata (2014) se encuentra en la siguiente dirección <<http://www.impactoambientalindividual.com/page4.html>>, ya que el enlace mencionado en el artículo no funciona. Lo anterior ejemplifica la importancia de tener los cuestionarios con la posibilidad de que puedan ser resueltos de forma impresa o en línea. Por otra parte, esta calculadora digital solo presenta el cálculo de la huella ecológica final, no los resultados por cada categoría.

Una alternativa digital al uso de una calculadora en línea de la huella ecológica es el uso de una hoja de cálculo con la programación requerida para realizar el cómputo. Colorado (2016) presenta una opción descargable de una hoja de Excel, la cual añade como funcionalidad el graficar los resultados con base en las categorías (figura 1 y 2)

A	B	C	D	E	F	G	H
1	NOMBRE	Curso					
2	Suma los subtotales			1,290			
3	Divida la cifra en 100 y Equivale a			12.9			
4	Divida el resultado en 1,9 y equivale a			6.79			
5							
6	Marque con una "X" la respuesta que considere aplique para usted						
7	USO DEL AGUA						
8	En un día normal permanezco en la ducha, durante:	X	Punto	valor			
9	1 1 o 2 minutos		50	0			
10	3 a 6 minutos	x	70	70			
11	10 o mas minutos		90	0			
12	2 Echo agua cada vez que uso el baño	x	40	40			
13							

Figura 1. Ejemplo de cómo se capturan los datos por categoría en la hoja de cálculo de Colorado (2016) al resolver las preguntas para el cómputo de la huella ecológica. En la parte superior se observa el dato de la huella ecológica.

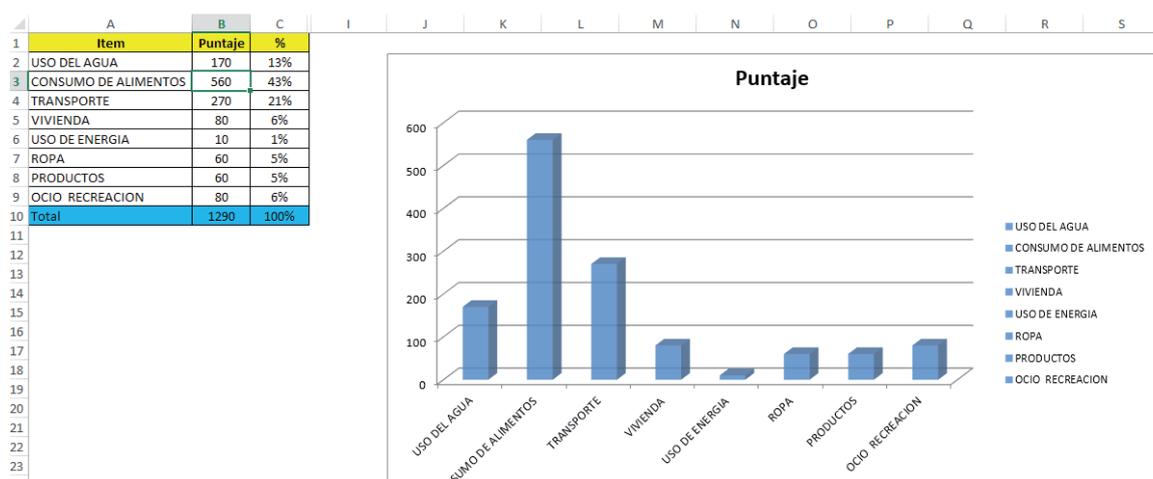
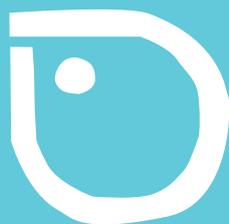


Figura 2. Ejemplo de cómo presenta los resultados por categoría la hoja de cálculo de Colorado (2016) al resolver las preguntas para calcular la huella ecológica.

De forma general podemos sintetizar que la huella ecológica es un indicador del impacto ambiental que ocasionan las necesidades humanas en los ecosistemas del planeta, relacionándola con la capacidad de la Tierra de regenerar los recursos que están siendo utilizados. Con base en nuestra experiencia, y lo anteriormente analizado, podemos argumentar que cada versión de la huella ecológica tiene una intencionalidad que refleja una filosofía de la sustentabilidad y cultura de quien la propone, y dependiendo del contexto educativo en que se aplique, resultará una más adecuada que otra. Para este escrito presentamos los resultados de la aplicación de Colorado (2016) por el componente de interactividad que ofrece al estudiante al reflexionar sobre los gráficos obtenidos.

Relacionado con lo anterior, hay dos elementos a considerar. El cálculo de la huella ecológica brinda la posibilidad a un estudiante de valorar lo que implica el satisfacer una necesidad humana. Esto significa el percatarse de que la generación de un artefacto o servicio requiere el gasto de recursos, materiales y de energía, los cuales solo pueden obtenerse de los sistemas ecológicos y, en segundo término, los residuos generados tienen que ser asimilados por los diferentes ecosistemas, como se detalló anteriormente. Es así como la huella ecológica se convierte en el centro del modelo de acción que proponemos con base en la valoración de la funcionalidad de la aplicación de cuestionarios impresos y/o calculadoras de huellas ecológicas en ciclos escolares.

El modelo considera diferentes etapas. La primera incluye actividades orientadas a un ámbito extraescolar y la segunda está referida a lo que ocurre en la escuela, y en específico en el salón de clases. Para la primera fase, el modelo inicia con la resolución de la huella ecológica por parte de los estudiantes. Esta etapa sería diagnóstica. La segunda etapa es la reflexiva; esta ocurre con base en el análisis y discusión de los resultados de la huella ecológica, desde una perspectiva individual, pero también grupal.

La tercera etapa, la acción, se plantea a partir de qué actividades se pueden realizar en lo individual y lo colectivo para disminuir los estadísticos obtenidos en la huella ecológica.



Consideramos que la resolución de la huella ecológica es un elemento clave para la sensibilización del estudiante y la toma de decisiones con respecto a la forma en la cual puede contribuir para evitar el deterioro de la situación ambiental, económica y social de su entorno.

Metodología

La aplicación del modelo se realizó a 97 estudiantes con edades comprendidas entre los 17 (96%) y 18 años (4%) que estaban cursando la asignatura de Biología V correspondiente al último año del nivel medio superior del plantel 2 de la Escuela Nacional Preparatoria, UNAM. La muestra analizada presentó 45% estudiantes del género masculino y 55% del género femenino, los cuales estaban ubicados en cuatro diferentes grupos. Como parte de la dinámica de trabajo en cada grupo, se formaron equipos de 3 o 4 estudiantes. El cálculo de la huella ecológica se efectuó de forma individual y las propuestas posteriores en equipo. La información y enlaces se le comunicó de forma presencial y no presencial; esta última por medio de los blogs que tienen como parte de las actividades escolares de los diferentes grupos de la asignatura de Biología V.

Para la aplicación del modelo en su primera etapa se contemplaron 3 sesiones presenciales de 50 minutos, las cuales incluyeron las actividades que se citan a continuación.

1era sesión

- Observación del video *National Geographic: Nuestra huella ecológica sobre el planeta tierra* (<https://youtu.be/cOxELSrQuqU>). Este video fue seleccionado por mostrar de forma visual la perspectiva de la huella ecológica en el consumo de una persona a lo largo de su vida. Quizá el impacto que genera en los estudiantes es el cómo se gastaron tantos recursos para lograr un vídeo siendo que persigue como fin concientizar al espectador de su consumo de materia prima y energía que ocurre a lo largo de su vida. Una desventaja es el contexto cultural inglés y generacional, que difiere con respecto a nuestra población de estudio. A pesar de lo anterior, consideramos que el material puede ser empleado con la adecuación necesaria durante la etapa siguiente.
- Reflexión del video de *National Geographic: Nuestra huella ecológica sobre el planeta*
- Análisis de la lectura de la huella ecológica: *Soy ecocolombiano. La huella que dejamos en el planeta ¿Cuánto necesitamos para vivir y cuánto usamos?* Fascículo 3

<<http://docplayer.es/12159894-Todos-queremos-dejar-una.html>>

<https://drive.google.com/file/d/0B9F6knCba_BAdUpJUXNwZEVnTE0/view?usp=sharing>

Esta lectura se eligió por presentar la información de la huella ecológica de forma atractiva visualmente y una explicación didáctica de su significado. A pesar de no corresponder a un contexto cultural mexicano, sino colombiano, lo presentado en el documento no difiere mucho de la cultura mexicana.

- Explicación de cómo calcular la huella ecológica con la hoja de Excel sugerida por Colorado (2016) y proporcionar el enlace para su descarga. <https://drive.google.com/file/d/0B9F6knCba_BAODRpdIJ1UjBFRGc/view?usp=sharing>



2da sesión

- Análisis y reflexión de la huella ecológica capturada en la hoja de Excel
- Extrapolación de la huella ecológica a la escuela.
- Propuestas para integrar en las actividades escolares un soporte de sustentabilidad.

3era sesión

- Exposición de la propuesta y análisis de su viabilidad de ejecución

Es pertinente mencionar que, por incompatibilidades en el horario escolar de un grupo, determinadas actividades se realizaron de forma no presencial, como fue la observación del video y/o lectura de los documentos. Posteriormente, en el aula se prosiguió de manera presencial con la reflexión y/o análisis.

Resultados

Los datos obtenidos para los 97 estudiantes que resolvieron la hoja de cálculo de la huella ecológica indican un promedio de 848 hectáreas globales que equivalen a 4 planetas. En la tabla 1 se indican cuáles fueron los datos por categoría de huella ecológica, y el porcentaje. Los valores negativos son resultado de la forma en que están estructuradas las preguntas de fomentar actitudes que tengan menores consumos de materia y energía y/o generen menos residuos

Los datos obtenidos en relación a la categoría de alimentos coinciden de manera general con las propuestas de los estudiantes de modificar sus hábitos de consumo en relación a su alimentación y las modificaciones que se pueden realizar a los lugares de expendio de alimentos del plantel.



Tabla 1. Promedio por categorías del cálculo de la huella ecológica. El total de la huella ecológica promedio registrada fue de 848 hectáreas globales equivalentes a 4 planetas).

	Uso del agua	Consumo de alimentos	transporte	Vivienda	Uso de energía	Ropa	Productos	Ocio Y recreación
Promedio en hectáreas globales	134	364	180	40	-87	148	-21	88
Promedio en planetas	27	74	37	8	-18	30	-4	18
Porcentaje con respecto a la contribución a la huella ecológica	16	43	21	5	-10	17	-2	10

La tabla 2 sintetiza de manera literal algunos de los comentarios de los estudiantes después de que se les solicitó una reflexión acerca del valor que obtuvieron de la huella ecológica. Están aún en proceso de análisis las respuestas de los 97 estudiantes. Sin embargo, de forma preliminar podemos mencionar dos categorías: a) aquellos que reflexionan únicamente sobre el impacto de su huella ecológica, y b) los que además de reflexionar acerca del impacto proponen llevar a cabo una acción que permita disminuir su huella ecológica. Las huellas ecológicas generan estadísticos de uso y consumo de recursos en la casa de un estudiante, pero no incluyen a la escuela como un lugar en el cual también ocurre consumo de recursos que necesitan hábitos y patrones de conducta acordes con una cultura sustentable.

La segunda fase del modelo empieza con el planteamiento de esta problemática. La sensibilización realizada en la primera fase, proporciona al estudiante la capacidad para proponer acciones que permitan diagnosticar el consumo de recursos en su escuela, así como acciones que tiendan a propiciar un uso de estos recursos en un entorno de sustentabilidad, lo cual contribuye a fomentar una cultura participativa, aspecto importante en la formación de valores de una educación para la sustentabilidad.

Este aspecto del modelo es muy diverso debido a la heterogeneidad de acciones propuestas por los estudiantes, además de que se requiere una valoración entre profesor y estudiantes para su posible implementación en la escuela. Para lograrlo, una estrategia consiste en la adaptación de las propuestas de los estudiantes a proyectos de tipo científico que los estudiantes desarrollan como parte de su alfabetización científica, independiente a los cursos normales. La participación y desarrollo de los proyectos están vinculadas indirectamente con los programas de estudios, y la intervención de los estudiantes en los mismos es voluntaria.

Procuramos que los proyectos se relacionen entre sí. Los temas que abordan son los siguientes: a) Elaboración de composta, b) Clonación de plantas c) Construcción de muros verdes, y d) Extracción y uso de fibras vegetales. En la figura 3 se presentan imágenes de la construcción de muros verdes



que como propuesta de acción realizaron algunos equipos.

Tabla 2. Comentarios de los estudiantes después de llevar a cabo las diferentes actividades para implementar el modelo centrado en la obtención de su huella ecológica.

Comentarios que reflejan un impacto menor en las reflexiones de los alumnos	
Alumno/a	Comentario
Jacqueline	Con respecto a los datos obtenidos puedo concluir que llevo una vida ecológica adecuada, sin embargo siempre está la opción de innovar y mejorar mis hábitos...
Noemi	La verdad es que nunca me considere una persona que lastimaba tanto al ambiente, sin embargo con en la encuesta me di cuenta de que estoy mal, pues necesitaríamos 4 tierras, y no hay 4 tierras,.....
Luis	Como mucho, pero dura mucho tiempo, por lo que no considero que esté contaminando mucho, creo que este análisis fue poco deficiente porque en la parte de la caminata, siento que debieron descontar puntos.
Comentarios que reflejan un impacto mayor en las reflexiones de los alumnos	
Alumno/a	Comentario
Frida	Algo que considero importante es informar a la comunidad acerca de esta huella que estamos dejando, con el fin de crear conciencia entre la población, propongo hacer campañas en diferentes lugares para que la gente se informe y tome acciones para reducir su impacto en este planeta... estas campañas pueden ir desde colocar algunos anuncios, hacer algunas conferencias en la escuela...
Alejandra	Hacer conciencia de que puedo hacer algunas cosas para poder hacer que las cosas que utilizo sean utilizadas de mejor manera aprovechándolas al máximo. Y que por consecuencia que al hacer estas acciones mi manera de contaminar al ambiente cambie y sea menos agresiva....
Clara	En lo que más estoy impactando al ecosistema es en el consumo de alimentos, y al parecer no tenía mucha conciencia de que esto tuviera un impacto porque generalmente me fijo más en las cosas que son más mencionadas por la sociedad como el consumo de agua, el uso de energía o el reciclaje y bueno es un punto que tendré que tener más cuidado....

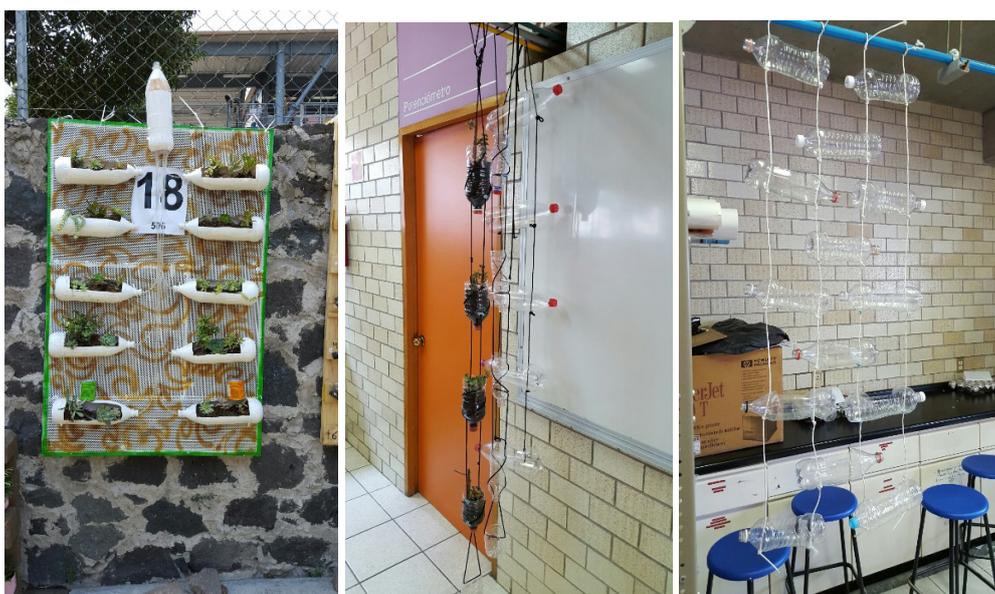


Figura 3. Ejemplo de construcción de muro vertical elaborado por los estudiantes a partir de la reflexión de las actividades para calcular su huella ecológica.

A partir de los mismos se generan actividades más enfocadas en una cultura de lo que es lo sustentable, como es el reducir, reusar y reciclar los desechos que se producen en el aula, como es el uso de papel, el cual es un eje de consumo para cualquier integrante de la escuela. Una gran parte de las propuestas se enfocó a lograr los mecanismos que permitan reducir el consumo de papel como fomentar y difundir el empleo de hojas de reuso a partir de las fotocopias, cuadernos y documentos escolares que no tengan información sensible. Para fomentar una cultura participativa, son los estudiantes los que proponen las medidas para reducir, reutilizar y reciclar el papel en el trabajo escolar. Relacionado con lo anterior hemos implementado dos tipos de talleres para los estudiantes. Uno para el reciclaje de papel y otro que es el papel hecho a mano, y cuyas características se han presentado en reuniones pasadas del Seminario Iberoamericano.

Conclusiones

El uso del cálculo de la huella ecológica requiere de una selección de cuál es la herramienta que se desea emplear: cuestionarios impresos, calculadoras en línea, hojas de cálculo. En nuestro caso presentamos la aplicación del cálculo de la huella ecológica que se basa en el uso de una hoja de cálculo y que permitió facilitar la interpretación por medio de gráficas, lo cual contribuye a su alfabetización científica. El cálculo de la huella ecológica puede ser un elemento motivacional para que el estudiante realice acciones que permitan transformar su entorno escolar y familiar.



Referencias

- Amend, T., Barbeau, B., Beyers, B., Burns, S., Eißing, S., Fleischhauer, A., Kus, B., & Poblete, P. (2011). *A Big Foot on a Small Planet? Accounting with the Ecological Footprint. Succeeding in a world with growing resource constraints*. Recuperado de http://www.conservation-development.net/Projekte/Nachhaltigkeit/DVD_10_Footprint/Material/pdf_Serie_Nachhaltigkeit/10_Footprint_en.pdf
- Arto Olaizola, I. (2011). *Huella ecológica. Ihitza 36*. Recuperado de http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/contenidos/boletin_revista/ihitza36/es_ihitza/adjuntos/ihitza36.pdf
- Colorado, F. (2016). *Calculo de la Huella ecológica personal*. Recuperado de <https://desarrollosostenibleumng.wordpress.com/2016/02/04/calculo-de-la-huella-ecologica-personal/>
- Domenech, J. L. (2006). *Guía metodológica para el cálculo de la huella ecológica corporativa*. Centro Argentino de Estudios Internacionales. Programa Recursos Naturales de Desarrollo. Recuperado de <http://www.caei.com.ar/sites/default/files/10.pdf>
- Domenech, J. L. (2007) *Huella ecológica y desarrollo sostenible*. Madrid, España: AENOR.
- Gil Pérez, D., & Vilches A. (2006). Algunos obstáculos e incomprendiones en torno a la sostenibilidad. *Revista Eureka sobre la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(3), 507-516.
- Gottlieb, D., Kissinger, M., Vigoda-Gadot, E., & Haimb, A. (2012). Analyzing the ecological footprint at the institutional scale. The case of an Israeli high-school. *Ecological Indicators*, 18, 91-97.
- Kitzes, J., & Wackernagel, M. (2009). Answers to common questions in ecological footprint accounting. *Ecological Indicators*, 9(4), 812-817.
- Haberl, H., Erb, K.H., & Krausmann, F., (2001). How to calculate and interpret ecological footprints for long periods of time: the case of Austria 1926-1995. *Ecological Economics* 38(2001), 25-45.
- Ibarra-Cisneros, J. M., & Monroy-Ata, A. (2014). Cuestionario para calcular la huella ecológica de estudiantes universitarios mexicanos y su aplicación en el Campus Zaragoza de la Universidad Nacional. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 17(2), 147-154.
- Martínez, R. (2008). Educación y huella ecológica. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación* 8(1), 1-28.
- Rees, W., & Wackernagel, M. (1996). Urban Ecological footprints: Why cities cannot be sustainable and why they are a key to sustainability. *Environmental impact Assessment Review*, 16, 223-248.
- Sonika R., Sonu, G. Manoj, S., & Amarjee, S. (2012). Ecological footprint score in university students of an Indian city. *J. Environ. Occup. Sci.*, 1(1), 23-26.
- Vega García, S., & Martínez Montiel, N. M. J. (2013). *Modelo de cuestionario para el cálculo de la huella ecológica y su aplicación a estudiantes de la carrera de Biología*. Tesis de Licenciatura. Zaragoza: UNAM, Facultas de Estudios Superiores.
- Vilches, A., & Gil Pérez, D. (2013). Ciencia de la sostenibilidad: Un nuevo campo de conocimientos al



que la química y la educación química están contribuyendo. *Educación Química*, 24(2), 199-206.

Vilches, A., Gil Pérez, D., Toscano, J. C., & Macías, O. (2008). Obstáculos que pueden estar impidiendo la implicación de la ciudadanía y, en particular, de los educadores, en la construcción de un futuro sostenible. Formas de superarlos. *Revista CTS*, 4(11), 139-162.