



M. en C. Georgina Echániz Pellicer
Instituto Nacional de Ecología

Lic. Ana Cecilia Avilez Alonso
Consultora

AIRE: Aprendizaje e información para respetar el entorno

*Metodología y material para acciones de
educación no formal urbana en
materia de calidad del aire*

México, DF. Octubre de 2007

Agradecimientos

- Instituto Nacional de Ecología
- Celia Piguerón Wirz
- Ana Cecilia Avilez Alonso
- Isabel Gutiérrez Magaña
- The Edron Academy



Resumen

El *empoderamiento* de la sociedad para participar en la solución de los problemas ambientales requiere mejorar los métodos a través de los cuales desarrollamos el entendimiento del impacto de nuestras actividades en el ambiente urbano. El criterio histórico, desde Estocolmo hasta Tbilisi y más recientemente Río de Janeiro, ha demostrado que el saber que existen los problemas no es el único componente de la educación ambiental; existe también la necesidad de desarrollar habilidades y actitudes hacia esos problemas ambientales. Estos conocimientos, habilidades y actitudes pueden obtenerse fomentando el pensamiento crítico para enfatizar la complejidad de los problemas ambientales, tales como la contaminación urbana. Por ello, es importante estudiar nuevas metodologías que coadyuven a hacer el proceso educativo más amplio y lo suficientemente robusto para dar cabida al desarrollo de las habilidades de pensamiento crítico. Con el fin de abordar esta necesidad, este estudio propone la adaptación y uso de una metodología basada tanto en los pasos del método científico como en la teoría educativa del construccionismo. La metodología original fue llamada Construyendo entendimiento ambiental (CEA) y sugiere generar un ambiente de aprendizaje adecuado en el que los niños sean capaces de observar el medio ambiente en su contexto local, escoger un tema o problema relacionado con la calidad del aire, explorar ese problema en términos de su presencia, causas y efectos interactuando con el medio ambiente y, finalmente, construir ideas personales sobre como abordad o solucionar ese problema. La metodología fue implementada como un estudio piloto en el Colegio Edron de la Ciudad de México, con 37 niños de segundo de preparatoria. Los resultados muestran que la mayoría de los niños que participaron en el estudio desarrollaron entendimiento sobre los problemas de calidad del aire y fueron capaces de abordar esos problemas de manera crítica y con propuestas en el contexto local.

Contenido

1. Introducción	5
2. Marco teórico	7
3. Metodología (adaptación)	9
3.1. Elementos básicos para el fomento del pensamiento crítico.....	10
3.2. Etapas de la experiencia de aprendizaje.....	10
4. Material educativo sobre calidad del aire.....	13
4.1. Material para sensibilización.....	13
4.1.1. Presentación interactiva.....	13
4.2. Material para desarrollo de proyectos	15
4.2.1. Tablilla para detectar partículas en aire.....	16
4.2.2. Tablilla para partículas provenientes del escape de un vehículo	16
4.2.3. Tablilla para detectar corrosión en metales.....	16
5. Estudio piloto	17
5.1. Introducción del grupo	17
5.2. Sensibilización	18
5.3. Diagnóstico.....	18
5.4. Propuestas.....	19
5.5. Evaluación de propuestas	22
5.6. Evaluación de experiencia de aprendizaje	24
6. Conclusiones y recomendaciones.....	27
7. Bibliografía.....	29
Anexo – Cuestionarios aplicados a los participantes	30

Figuras

4.a. Presentación – carátula	14
4.b. Presentación – lámina 1.....	14
4.c. Presentación – lámina 2.....	14
4.d. Presentación – lámina 3.....	14
4.e. Presentación – lámina 4.....	15
4.f. Presentación – lámina 5.....	15
4.g. Tablilla colectora de PM.....	16
4.h. Tablilla de referencia PM.....	16
4.i. Tablilla para PM en vehículos.....	16
5.a. Proyecto sobre electricidad.....	20
5.b. Medidor de ruido.....	21
5.c. Papel pH.....	21
5.d. Midiendo PM en vehículos.....	21
5.e. Partículas de vehículo.....	22

Gráficas

1. Interés en el tema antes y después del taller.....	25
2. Entendimiento de causas y efectos de la contaminación.....	25
3. Opinión sobre el material y la metodología utilizados.....	26

1. Introducción

El aire es un elemento esencial para la vida de todos los seres vivos que habitamos el planeta; dentro de las principales fuentes de contaminantes que afectan la calidad del aire se encuentran las fuentes fijas (estacionarias o puntuales), que consisten de fuentes contaminantes que se localizan en un punto fijo, como plantas de energía, industrias químicas, fábricas, etc.; las fuentes móviles, que de acuerdo al Inventario nacional de emisiones de México 1999 son la principal fuente antropogénica de emisión de óxidos de nitrógeno (NOx) y azufre (SOx), monóxido de carbono (CO), y compuestos orgánicos volátiles (COV) e importantes emisores de partículas suspendidas (PM), incluyen a las diversas formas de transporte tales como automóviles, camiones, motocicletas, etc.; las fuentes de área, que son una serie de fuentes pequeñas, numerosas y dispersas, por ejemplo: el uso de madera para cocinar o calentar la casa, las imprentas, las estaciones de servicio, las tintorerías, etc.; y las fuentes naturales, que consisten de fenómenos de la vida animal y vegetal que juegan un papel importante en el problema de la contaminación del aire.¹

Cuando la concentración de contaminantes emitidos por estas fuentes aumenta, y las condiciones meteorológicas no son favorables, se dan fenómenos característicos de la contaminación del aire, tales como disminución de visibilidad, lluvia ácida, smog e inversiones térmicas. En general se considera el aspecto “urbano” ya que el mayor impacto de las emisiones atmosféricas se tiene en estas zonas. Los efectos de la contaminación del aire son amplios, sin embargo, su principal repercusión recae sobre la salud humana, provocando agravamiento o desarrollo de enfermedades como asma, bronquitis y enfisema, aumento de incidencias hospitalarias, pérdidas de días de trabajo y hasta casos de muerte entre la población expuesta, afectando mayormente a grupos vulnerables como niños, adultos mayores y personas que realizan actividades al aire libre.

La contaminación del aire responde en general a actividades antropogénicas; por ejemplo, el uso de servicios como la electricidad, medios de transporte, cocción de alimentos o de agua, etc., y la fabricación de bienes de consumo como: alimentos, medicinas o productos de limpieza, etc. De este modo, como sociedad, estamos comprometidos a proteger nuestra salud, informándonos

¹ http://www.ine.gob.mx/dgicurg/cal aire/cont_aire.html

sobre las actividades que contaminan el aire y aprendiendo a realizar nuestras actividades cotidianas de modo que contribuyan a contar con un aire limpio. Este tipo de actividades educativas que toman lugar fuera del ámbito escolar se consideran como “no formales”.

Actualmente no está disponible un compendio de material y una metodología adecuada para abordar las actividades de educación ambiental no formal urbana que permitan la realización de actividades y proyectos participativos, que involucren al a ciudadanía en las acciones para mejorar la calidad del medio ambiente.

Considerando lo anterior, con este proyecto el Instituto Nacional de Ecología contribuye a la investigación en materia de educación ambiental con una adaptación metodológica y material para apoyar el sentido reflexivo y metódico de las acciones encaminadas a generar conciencia, valores, actitudes y comportamientos que coadyuven al mejoramiento de la calidad del aire.

Para la elaboración de esta guía no solo se trabajó en la metodología y el material, sino que también se implementó un estudio piloto para involucrar, de manera extracurricular, a los estudiantes, padres y maestros de un grupo escolar en el proceso de conocer la problemática de la calidad del aire, analizar el entorno escolar y definir su situación actual, así como proponer acciones o soluciones para su mejoría en el corto o mediano plazo.

Es así que esta guía presenta los aspectos generales y teóricos sobre los avances históricos en materia de educación ambiental, y pone a disposición del público interesado los detalles de la metodología y el material educativo propuesto para actividades de educación no formal urbana en materia de calidad del aire, así como también los resultados del estudio piloto y algunas recomendaciones para facilitar la réplica y análisis de este tipo de experiencias.

Así mismo, los productos de este proyecto le permitirán al Instituto Nacional de Ecología hacer frente a una creciente demanda, por parte del sector social y de algunas instituciones de educación, de material y métodos adecuados para lograr sensibilizar a la ciudadanía a través de acciones de educación ambiental no formal en materia de calidad del aire.

2. Marco teórico

Con el fin de lograr involucrar a la sociedad en el esfuerzo por lograr que mejorar el ambiente, es necesario implementar acciones que generen actitudes más concientes en la población. Esto ha sido reconocido por la comunidad internacional a través de algunos documentos históricos en materia de educación ambiental como la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, donde se reconoció que no solo es necesario conocer los problemas ambientales sino saber enfrentarlos y manejarlos (Estocolmo, 1972). Más adelante, la Carta de Belgrado estableció que el objetivo principal de la educación ambiental no solo debe incluir el conocimiento sino también habilidades y actitudes hacia los problemas ambientales. (Belgrado, 1975). Dos años más tarde, en la conferencia de Tbilisi llevada a cabo por la UNESCO, se estableció como principio general que la educación ambiental debe generar también habilidades de pensamiento crítico para enfatizar y afrontar la complejidad de los problemas ambientales. (Tbilisi, 1977).

Más recientemente, otros instrumentos como la Agenda 21 han reconocido que hay muy poca conciencia de la interrelación existente entre las actividades humanas y el medio ambiente, por lo que establece que es necesario sensibilizar al público sobre los problemas del medio ambiente y el desarrollo, hacerlo participar en su solución y fomentar un sentido de responsabilidad personal respecto del medio ambiente. Para ello, un proceso de pensamiento y entendimiento más crítico debe ser la base para reforzar las actitudes y valores compatibles con el cuidado del medio ambiente y desarrollar la capacidad de la sociedad para enfrentar los problemas ambientales. (Río de Janeiro, 1992)

Como resultado de la evolución histórica del término ‘educación ambiental’ podemos decir que se han identificado tres grandes momentos o etapas a través de las cuales se forma el proceso de educación ambiental. Éstas incluyen a) el conocimiento de los problemas ambientales, b) el entendimiento crítico de sus causas y efectos y c) la habilidad de tomar decisiones que permitan acercarse a las soluciones de dichos problemas. (Echániz, 2003)

En México, desde hace algunos años se actúa hacia la implementación de este tipo de educación para el aumento de la conciencia del público; sin embargo, también se reconoce, a través de la Estrategia de educación ambiental, que el contar con más y mejor investigación en esta materia es indispensable, ya que la investigación enriquece las intervenciones educativas con un tono reflexivo, fortaleciendo la pertinencia y eficacia de los procesos educativos y permite aclarar el sentido de la acción educativa al sugerir principios, enfoques, modelos, criterios y estrategias justificadas y validadas. (SEMARNAT, 2006)

Por otro lado, y como se ha venido mencionando desde la década de los '80s en el libro *Our common future*, o el informe Brundtland publicado por la ONU y el reciente Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (PND 2007) del Gobierno Federal de México, la sustentabilidad ambiental se refiere a la administración eficiente y racional de los recursos naturales, de manera tal que sea posible mejorar el bienestar de la población actual sin comprometer la calidad de vida de las generaciones futuras (Brundtland, 1987). En este sentido, el gobierno mexicano afirma que la sustentabilidad ambiental será un criterio rector en el fomento de las actividades productivas, por lo que, en la toma de decisiones sobre inversión, producción y políticas públicas, se incorporarán consideraciones de impacto y riesgo ambientales, así como de uso eficiente y racional de los recursos naturales. Asimismo, se promoverá una mayor participación de todos los órdenes de gobierno y de la sociedad en su conjunto en este esfuerzo. (PND 2007)

Este esfuerzo común –que involucra a la sociedad – reconoce la realidad actual de la responsabilidad compartida en materia ambiental, ya que los problemas ambientales que se viven en cualquier sociedad, están directamente relacionados con su población, su actividad productiva y sus acciones cotidianas. Pero, ¿cómo hacer que la población asimile esto a través de información que sea adecuada y lograr que el aprendizaje se lo suficientemente crítico para influir en nuestras acciones?

3. Metodología (adaptación)

Considerando los antecedentes de la educación ambiental, tanto en el ámbito internacional y en México, y con el propósito de contribuir con las estrategias propuestas por el gobierno federal, a través del PND 2007, el Instituto Nacional de Ecología propone una metodología y material para fortalecer las acciones de educación ambiental no formal urbana con el fin de abordar el tema de la participación activa de la comunidad en el reconocimiento de los problemas ambientales y el desarrollo de las actitudes y capacidades en la preparación de la sociedad para participar de la solución a dichos problemas.

La metodología a utilizar consiste de una adaptación de la metodología que se denomina “construyendo entendimiento ambiental” (CEA)² y se integra con la consideración de elementos básicos para el fomento del pensamiento crítico, tales como la motivación, el contexto local, la libertad de aprendizaje y el uso de computadoras; así como con la aplicación de secuencias lógicas del método científico, tales como seleccionar un tema o problema, el estudio de sus causas y efectos y la generación de una hipótesis. (Echániz, 2003)

Esta adaptación se da en dos sentidos. Por un lado se recoge la parte metodológica que se refiere a construir un ambiente propicio para el pensamiento crítico, haciendo un ajuste en las etapas de las cuales consiste la experiencia de aprendizaje para incluir claramente algunos pasos generales del método científico, agregando una etapa previa más amplia de sensibilización y una etapa específica para el diagnóstico. Por otro lado, respecto del uso de las herramientas se recoge el uso de instrumentos sencillos de medición, tanto de contaminantes atmosféricos como de ruido; sin embargo varía con respecto de la metodología original en el sentido de que no se utilizarán sensores electrónicos para detectar ozono, sino que se incluirá material educativo no tecnológico para detectar partículas y corrosión en metales, así como material de arte (papel, colores, cartón, etc.) que fomente la creatividad de los participantes al abordar un tema o problema. Este material ha sido creado específicamente para este proyecto y mismo que se detallará en el capítulo siguiente.

² Constructing environmental understanding; ver Echániz, 2003.

3.1. Elementos básicos para el fomento del pensamiento crítico

Dentro de los elementos básicos para el fomento del pensamiento crítico se encuentran los siguientes:

Motivación. Estará determinada por la selección del problema, ya que dentro de la temática de la calidad del aire, existen diversos problemas específicos que las personas pueden abordar dependiendo de sus intereses. De acuerdo con la metodología CEA, al estudiar un tema de interés particular para el individuo es factor determinante para generar y mantener la motivación necesaria para poder abundar en dicho tema y generar opiniones personales sobre la problemática asociada con el mismo.

Contexto local. Al estudiar los temas y problemas ambientales dentro de un contexto local se fortalece la capacidad de comprensión del mismo, aún cuando habiendo internalizado las especificidades del problema, la persona sea capaz de extrapolar la situación a un contexto más amplio. Por ello, al realizar este tipo de acciones de educación ambiental no formal urbana, se parte del entorno inmediato del sujeto, ya sea su casa, comunidad, escuela, etc.

Proyecto personal. Con el fin de concretar las ideas de los participantes, se permite a cada uno elegir los procesos y etapas de su aprendizaje. Esto incluye desde la elección del problema, como ya se ha dicho, hasta la planificación de actividades que permitan el conocimiento y entendimiento del problema escogido a partir de la construcción de un proyecto. Esto se basa en la teoría del Construccinismo de Seymour Papert, que afirma que el aprendizaje es un proceso de construcción de estructuras de conocimiento que suceden especialmente en un contexto donde el participante se compromete con un proyecto personal. (Papert, 1991)

3.2. Etapas de la experiencia de aprendizaje

Como parte de la metodología, se realizan las actividades en el marco de las siguientes etapas:

- Introducción del grupo – es la primera actividad y se hace uso de material a actividades que fomenten el conocimiento de los miembros de grupo, también se le conoce como *icebreaker* o actividades rompe hielo.
- Sensibilización – uso del material educativo para conocer la problemática de la contaminación atmosférica y conocer de manera general las causas y efectos de la contaminación del aire.

Selección de tema o problema. Esta actividad involucra la relación entre el interés que despierta el tema general de calidad del aire, y los subtemas que puedan estar directamente ligados con el contexto local de los participantes.

- Diagnóstico – delimitación de la problemática de la zona (calidad del aire, tráfico, ruido, calidad de vida, etc.)

Estudio de causas y efectos. Esta actividad se da una vez que el participante ha escogido un tema o problema relacionado con la calidad del aire, y lo contextualizará al entorno inmediato que le rodea, analizando las causas y efectos presentes.

- Propuestas – a manera de hipótesis, se trata de un compendio de propuestas conjuntas de acciones que podrían ayudar a mejorar la calidad del aire y en general la calidad de vida en la zona de estudio

Generación de una hipótesis. Una vez que el participante ha estudiado el problema que ha elegido dentro del contexto local, y conozca las causas y efectos directamente ligados con ese problema, podrá hacer una propuesta, a manera de hipótesis sobre como cree que se pueden controlar las causas del problema observado. Esta hipótesis se constituirá a través de un proyecto y un producto concreto que represente cómo es que la solución propuesta va a contribuir a la mejoría del problema seleccionado.

- Implementación de propuestas – selección e implementación de propuestas para mejorar la situación de calidad del aire y la calidad de vida en la zona de estudio. Esta etapa será realizada por el colegio con posterioridad al estudio piloto, por lo que solo podrá ser reportada en la medida que el colegio tome decisiones antes de la entrega del reporte final.
- Evaluación de propuestas – determinación de impacto de las propuestas respecto del diagnóstico inicial.

Discusión de propuestas. Esta etapa será realizada finalmente por el colegio, pero un primer ejercicio se hará compartiendo cada hipótesis con el grupo y tratando de ver hacia el futuro e identificar cuáles podrían ser los impactos, tanto positivos como negativos de la propuesta.

- Evaluación de la experiencia de aprendizaje – estimación del impacto de la experiencia en el participante. Debido a que este solo es un estudio piloto, se utilizarán medidas cualitativas, y no cuantitativas estrictamente, para constatar el impacto del estudio en los participantes.

Proyectos de los participantes. A través de la observación de los proyectos de los participantes, se evidencia su conocimiento y entendimiento de la cuestión ambiental que decidieron explorar, por lo que se hará un análisis detallado de cada proyecto producto del estudio piloto.

Discurso de los participantes. A través del discurso de los participantes se puede identificar también el impacto de la experiencia, pudiendo identificar cambios en opiniones previas al estudio, o bien, la incorporación de nuevo vocabulario en su discurso, así como el manejo de argumentos para sustentar sus opiniones. Por ello, se hará un análisis de discurso de los participantes, para buscar estos cambios.

Cuestionario. Adicionalmente, y aunque no se produzca de momento información estadística, se elaborará un cuestionario para los participantes, a través del cual se intentará recoger información sobre su experiencia personal como parte del estudio piloto, así como sobre el uso y utilidad del material.

4. Material educativo sobre calidad del aire

El material que se utiliza durante un taller de educación ambiental no formal sobre calidad del aire puede ser variado. Se sugiere, tal como se ha hecho en esta ocasión, contar con material adecuado para la etapa de sensibilización y material adecuado para el desarrollo de proyectos por parte de los participantes. Sin embargo, se pueden hacer las adiciones que se deseen, dependiendo de la disponibilidad de recursos.

Lo más importante al considerar el material a utilizar durante un taller es que:

- El material para sensibilización permita la interacción entre el facilitador y los participantes, dejando lugar para que algunos de los conceptos generales se puedan construir en conjunto, ayudando al facilitador al seguimiento del tema y fomentando que los participantes contribuyan con sus ideas.
- El material para elaboración de proyectos tenga características que puedan fomentar la creatividad del participante, es decir, que sea una herramienta que permita construir el proyecto con información generada a partir de la misma herramienta.

A continuación se presenta una breve descripción del material que se utilizó durante el estudio piloto.

4.1. Material para sensibilización

Con el fin de lograr iniciar la experiencia educativa enfatizando los conocimientos y conceptos generales sobre la calidad del aire, se decidió generar una presentación interactiva que permitiera al facilitador y a los participantes realizar un recorrido visual por los temas más relevantes.

4.1.1. Presentación interactiva

Como se ha venido mencionando, la introducción al tema del taller, en este caso la contaminación atmosférica, debe estimular la participación y la motivación de los participantes, para ello se

recomienda generar un diálogo apoyado en una presentación visual que cuente entre sus características con elementos que permitan una interacción entre el facilitador y los participantes.

Tomando esto en cuenta, se decidió que el material de sensibilización fuera desarrollado en Micromedia Flash, ya que permite desarrollar presentaciones con elementos como botones, gráficos, animaciones, etc. El contenido de la presentación se definió con base en la información general sobre contaminación atmosférica de la página del Instituto Nacional de Ecología.³



Figura 4.a. Presentación – carátula



Figura 4.b. Presentación – lámina 1

Primero, se proporciona un espacio abierto, con un cursor parpadeando, en el cual el grupo puede construir en conjunto una definición propia de la contaminación atmosférica, guiada por el facilitador y con los insumos proporcionados por los participantes. Esta definición aparece en blanco cada vez que se inicia la presentación y no se puede grabar en la misma.

En la plantilla inmediata siguiente se presentan los conceptos de contaminante primario, secundario y criterio. Haciendo clic en cada uno de ellos, aparece una definición; esto da oportunidad al facilitador de discutir primero las ideas que les provocan los conceptos a los alumnos y luego repasar la definición de cada uno de los conceptos.



Figura 4.c. Presentación – lámina 2



Figura 4.d. Presentación – lámina 3

Los contaminantes criterio ocupan la siguiente plantilla, en la cual aparecen solo las fórmulas químicas de dichos contaminantes. Esto permite al facilitador explorar el nivel de conocimiento de los participantes esperando que sean capaces de identificar algunos de los más comunes como el CO, O₃, etc. Al dar clic en cualquiera de ellos aparece su descripción.

³ http://www.ine.gob.mx/dgicurg/calair/cont_aire.html



Figura 4.e. Presentación – lámina 4

La siguiente plantilla aborda el tema de las principales fuentes de contaminantes criterio. Consiste de un juego en el que los participantes pueden explorar sus conocimientos sobre el tema relacionando el dibujo representativo con el nombre de cada fuente. Al hacer clic en las flechas del lado derecho se proporciona la explicación de cada una.

La última plantilla incluye información sobre otros efectos de la contaminación atmosférica, además de los efectos en salud presentados en la lámina de contaminantes criterio, que los participantes pueden explorar al dar clic en alguno de los ejemplos. Hecho esto, se agranda la imagen de la escena elegida y aparecen botones que permiten al participante controlarla.



Figura 4.f. Presentación – lámina 5

4.2. Material para desarrollo de proyectos

Este tipo de material, en realidad, pudiera ser de diferentes tipos, ya que depende de los gustos, recursos y temas que pretenda abordar el facilitador. Para este caso en particular, se utilizaron materiales básicos para detección de contaminantes, incluyendo partículas en aire, provenientes del escape de un vehículo y corrosión en metales por presencia de contaminantes en el aire.

Todos estos materiales tienen el objetivo de apoyar a los participantes del taller en sus actividades de exploración del medio ambiente local en cuanto a la presencia de contaminantes. Dichos materiales fueron creados a base de elementos fácilmente localizables en papelerías, tales como papel, cinta, impresiones de color, etc., y fueron inspirados por algunos proyectos educativos encontrados en Internet.⁴

⁴ <http://www.airinfnow.com/> y <http://pg.com.mx/>

4.2.1. Tablilla para detectar partículas en aire

El material consiste de dos elementos, una tablilla de recolección (Fig. 4.g.) en la cuál se documentan los datos locales y a la que se le agrega alguna sustancia pegajosa para ser colocada en el sitio donde se desea detectar partículas, así como una tabla de referencia (Fig. 4.h.) en la cual el participante consulta la proporción de partículas presentes en una pulgada cuadrada.

El formulario de recolección de datos (Fig. 4.g.) incluye los siguientes campos:

- nombre
- domicilio
- lugar
- fecha inicial
- fecha terminal

Además, contiene una cuadrícula de 10x10 para registrar los datos de recolección.

Figura 4.g. Tablilla colectora de PM

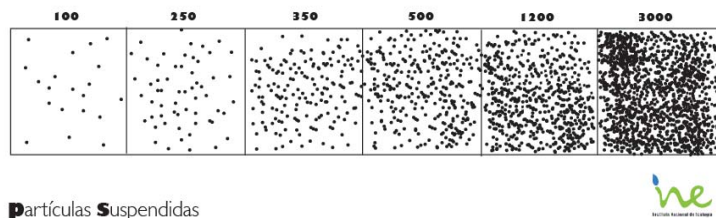


Figura 4.h. Tabla de referencia de PM

4.2.2. Tablilla para partículas provenientes del escape de un vehículo

Esta tablilla consiste de un filtro para café ajustado en un cartón (4.i.), en ella los participantes del taller pueden capturar partículas directamente emitidas por el escape de un vehículo. Para el uso de este material se contó con tapabocas, por precaución para los alumnos.



Figura 4.i. Tabla para PM en vehículos

4.2.3. Tablilla para detectar corrosión en metales

La tablilla para detectar corrosión se compone de una pieza de aluminio delgado que se adhiere a un cartón. Esta tablilla se coloca en sitios estratégicos para verificar el proceso de corrosión debido a la presencia de contaminantes, tales como los óxidos de azufre, en el aire.

5. Estudio piloto

Como parte de la realización de este proyecto, y al tratarse de la prueba de metodología y material para actividades de educación, se decidió realizar un estudio piloto para analizar, en un primer acercamiento, la respuesta a dicho elementos en un escenario real.

Se realizó, entonces, un taller educativo con el tema de calidad del aire en el Colegio Edron, ubicado en la avenida desierto de los leones en la ciudad de México. Se trabajó durante 3 sesiones (lunes, miércoles y viernes) de 80 minutos, ya que al ser un piloto, se decidió que tuviera una duración corta; sin embargo, cabe mencionar que se solicitó originalmente 16 horas de trabajo, en bloques de 4, y finalmente por cuestiones escolares se pudo trabajar en total solo 4 horas; es decir, la cuarta parte del tiempo planeado. Esto, como se verá más adelante, influyó en algunos aspectos de la metodología y el material utilizado en dicho taller. Así mismo, se solicitó al Colegio un grupo no mayor a 30 personas, incluyendo algunos padres de familia, maestros o directivos que pudieran beneficiarse del taller y fungir como ayudantes del facilitador, y finalmente, por cuestiones escolares, se trabajó con 37 alumnos de año 12 (segundo de preparatoria) y ningún padre de familia ni maestro ni directivo. Esto, de nuevo, influyó también en aspectos logísticos y del desarrollo del taller, como también se verá más adelante.

Durante el taller, se siguieron las etapas contenidas en la metodología propuesta y se fueron utilizando piezas del material sugerido conforme cada etapa lo requería. A continuación se presenta un resumen de lo sucedido en cada etapa.

5.1. Introducción del grupo

Esta etapa es la primera y es importante porque de ella depende el conocimiento e integración del grupo que va a trabajar en el taller. En este caso, el facilitador utilizó una actividad rompe hielo que consta de refranes o frases populares, relacionadas con la palabra aire o viento, formadas por una serie de tarjetas de colores; así, cada refrán se integra con el número de tarjetas necesarias para cada palabra que lo compone, siendo todas ellas de un solo color. Al iniciar el taller se revuelven todas las tarjetas y cada participante toma una, posteriormente buscan su equipo a

través del color de sus tarjetas, rompiendo así con el orden original en el cual se sientan los participantes, generalmente junto a sus compañeros más conocidos o amigos. Posteriormente hacen algún ejercicio con su equipo, como puede ser representar con mímica el refrán para que el resto del grupo lo adivine, o bien, preparar una frase en la que apliquen el refrán a algún problema ambiental del que tengan conocimiento. Esta actividad fue muy divertida y les permitió a los alumnos interactuar con compañeros con los que frecuentemente no lo hacen, así como comenzar a pensar en el problema de la calidad del aire.

5.2. Sensibilización

Una vez hecha la actividad rompe hielo, se procedió a mostrar la presentación interactiva utilizando un cañón proyector. Durante el recorrido por la presentación los niños estuvieron muy participativos, dieron ideas para construir la definición de contaminación atmosférica y compartieron sus conocimientos sobre los contaminantes y sus fuentes, sin embargo, su vocabulario era muy genérico y, en algunos casos, aproximado. Por ejemplo, cuando se les mostró la fórmula química “O₃”, algunos pensaron que esto representa “oxígeno tres”, y finalmente uno de ellos afirmó que se trata de “ozono”. Así mismo, hicieron preguntas para abundar en algunos temas que no eran tan conocidos por ellos, tales como el concepto de las fuentes de área, ya que se les explicó que este tipo de fuente constituye un conjunto de emisiones que provienen de actividades comunes pero que no se podrían contabilizar una por una, sino que se agrupan en un tipo de fuente, tales como las estaciones de servicio o gasolineras. En ese momento uno de los participantes preguntó cuál podría ser otro ejemplo de este tipo de fuentes e inmediatamente una de sus compañeras le respondió que podrían ser las casas habitación. Hasta este momento se demostró buena integración de grupo, colaboración entre ellos, interés en el tema e impacto participativo fomentado por el uso del material de sensibilización que les permitió razonar los conceptos y compartir sus pensamientos con los compañeros.

5.3. Diagnóstico

Con esta actividad se finalizó el primer día, para ello se construyó en conjunto una lista de los temas generales que los participantes identificaron, con base en lo comentado en la etapa anterior,

como problemáticos en relación con el medio ambiente y la calidad del aire y las actividades que se desarrollan en el entorno local del Colegio. Entre los problemas que apuntaron los participantes se encontraron: el uso excesivo de energía eléctrica en las instalaciones del Colegio, la aparente ineficiencia del programa para separar la basura, la posible presencia de ruido en el colegio debido al movimiento de la avenida principal, la contaminación de un río aledaño al Colegio, la posible presencia de lluvia ácida en la zona, el uso de sustancias en el laboratorio de ciencias, la tala de árboles en la zona y un aparente desacuerdo entre varios de ellos sobre la eficiencia del programa de transporte escolar. Para finalizar la sesión, se pidió a los participantes que reflexionaran y estudiaran las posibles causas y efectos de los problemas señalados.

5.4. Propuestas

La segunda sesión comenzó con una remembranza de lo que se vio el lunes, ya que pasaron dos días y en ese tiempo los alumnos se desconectan del tema y de la inercia que se generó antes. Este día estaban un poco más apáticos, no se pudo identificar una razón para ello; sin embargo, la dinámica no fue tan buena como el primer día y estuvieron muy inquietos. Tal vez algo sucedió en su clase anterior, ya que el horario del taller desafortunadamente estuvo intercalado entre sus clases normales; además, algunos de los niños que vinieron el lunes ya no estuvieron el miércoles y viceversa, lo cual tampoco estaba planeado así.

Finalmente, se comentó sobre sus reflexiones respecto de las causas y efectos de cada uno de los problemas identificados en la sesión anterior y se formaron equipos de niños interesados en el mismo tema, quedando así conformados 8 equipos: uso de electricidad, separación de basura, contaminación por olores del río, contaminación por ruido, lluvia ácida, reciclado de papel y dos equipos sobre transporte escolar, uno a favor del programa y otro en contra. Así, quedaron fuera los temas de uso de sustancias en el laboratorio y tala de árboles en la zona. Para finalizar el día, se pidió a los participantes que pensarán en una forma de estudiar el problema elegido, un método para estudiarlo y poder proponer acciones basado en su estudio, y se les mostró el material disponible para la elaboración de sus proyectos (ya mencionado anteriormente).

La tercera sesión comenzó agrupando a los participantes en sus equipos, el facilitador acudió con cada uno de ellos para comentar sobre su idea para explorar el tema; sin embargo, 80 minutos no fueron suficientes para que un solo facilitador atendiera a los 8 equipos, por lo que algunos comenzaron a trabajar en su investigación antes de hablar con el facilitador. Precisamente para ello se solicitó al inicio el apoyo de maestros del Colegio, para orientar y apoyar a los estudiantes en la definición de su hipótesis; no obstante, como ya se dijo, eso no fue posible. Así, esta sesión se dedicó exclusivamente a la recopilación de datos para respaldar las ideas y propuestas de los participantes.

Finalmente, el facilitador logró hablar con cada uno de los equipos, algunos tenían ya claras algunas ideas o hipótesis y definieron una estrategia para generar información para probarla. Entre otras, los participantes diseñaron las siguientes actividades:

- Uso de electricidad – Este equipo consideró que siendo la generación de electricidad uno de los principales medios de emisión de bióxido de azufre (SO_2), se debería ahorrar energía. Su estrategia fue hacer un recorrido por el Colegio para buscar puntos de desperdicio, así como investigar en Internet sobre el consumo de energía de las computadoras.

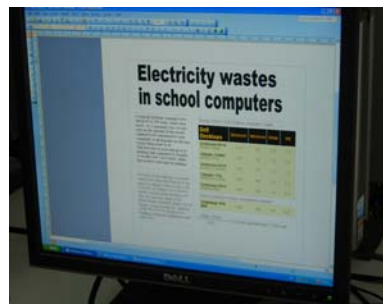


Figura 5.a. Proyecto sobre electricidad

- Separación de basura – Ellas decidieron estudiar el problema de la basura, ya que su quema (intencional y no intencional), genera contaminantes atmosféricos, entre ellos el metano (NH_4). Para facilitar su disposición y evitar su acumulación y quema, es necesario contar con un programa de separación; sin embargo consideran que el del Colegio no es muy bueno y propusieron hacer un recorrido por el Colegio con una cámara fotográfica y hacer entrevistas para verificar esto.
- Contaminación por olores – Ellos están preocupados por el río aledaño al colegio, ya que consideran que tiene descargas de aguas negras, provocando que las partículas que generan el mal olor viajen en el aire y contaminen el área del Colegio. Propusieron documentar el

problema y para ello decidieron acercarse al río con una cámara de video y hacer algunas entrevistas.

- Contaminación por ruido – Este equipo fijó su atención en el hecho de que el aire también puede ser un agente que transporte ondas sonoras, y si el ruido es muy fuerte y afecta el área del colegio, esto puede afectar su aprendizaje y educación. Para verificar esto, decidieron utilizar el aparato detector de ruido proporcionado por el colegio.⁵ Este detector para usos escolares se encontraba en el Colegio y decidieron prestarlo a los alumnos que quisieran estudiar este tema durante el taller.



Figura 5.b. Medidor de ruido

- Lluvia ácida – Ellas decidieron que sería interesante saber si el pH del agua de lluvia en la zona donde se encuentra ubicado el Colegio es ácido, ya que existen muchas fuentes emisoras de SO_x y de NO_x, que cuando reaccionan en la atmósfera pueden dar lugar a la lluvia ácida. Así mismo, decidieron que era importante compararla con otras zonas de la ciudad. Para poder medir el pH del agua de lluvia, solicitaron en el laboratorio del Colegio que se les prestara el papel adecuado para realizar dicha prueba y, efectivamente, les fue proporcionado.



Figura 5.c. Papel pH

- Reciclado de papel – Este equipo consideró que el uso excesivo de papel en el Colegio genera basura y provoca corte de árboles. Por lo tanto, propusieron averiguar que sucede con el programa de recolección de papel del Colegio y hacer algunas entrevistas.
- Transporte escolar obligatorio (en contra) – Este equipo no está tan convenido que el transporte escolar reduce los problemas urbanos de la zona donde se ubica el Colegio, especialmente la avenida desierto de los leones. Por lo tanto propusieron buscar argumentos para demostrar que el programa no es adecuado, a través de encuestas.



Figura 5.d. Midiendo PM en vehículos

⁵ <http://www.pasco.com/>

- Transporte escolar obligatorio (a favor) – Consideran que los vehículos generan CO, así como NO_x y VOCs que son precursores de ozono (O₃) y propusieron encontrar argumentos para demostrar que el programa de transporte escolar obligatorio ayuda a reducir este y otros problemas relacionados con el transporte. Para ellos hicieron investigación en línea y algunas entrevistas.



Figura 5.e. Partículas de vehículo

5.5. Evaluación de propuestas

Al darse cuenta el colegio de que el tiempo asignado para el taller, efectivamente, no era suficiente, decidieron ofrecer al facilitador que durante alguna de sus clases, los alumnos trabajarían en finalizar sus proyectos y se agregaría una sesión más para compartir y analizar los proyectos de cada equipo. Así se hizo y el siguiente jueves, se concluyó el taller con las siguientes ideas:

- Uso de electricidad – Este equipo constató que existen oportunidades de ahorro de energía en el Colegio y encontraron en Internet el gasto de luz del modelo de computadoras que tienen en el colegio es de entre 65 a 250 watts; sin embargo, si se pone en modo ahorrador de energía cuando no se está ocupando, puede consumir solo de 1 a 6 watts. Varios Por ello, sugirieron un programa de conservación de energía en el uso de computadoras, poniéndolas en modo ahorrador, así como el reemplazo de focos por lámparas ahorradoras y, en los salones donde varios focos se controlan con un solo apagador, se sugirió separarlos para poder controlar mejor la luz. Así, se podría ahorrar no solo energía, sino dinero en la cuenta de luz del Colegio.
- Separación de basura – Encontraron que las principales razones por las cuales la gente no separa la basura son por flojera y por que los botes no están bien situados ni bien señalizados. Por lo tanto, proponen una campaña para mejorar la ubicación y señalización de los botes de basura, así como para involucrar a los compañeros del Colegio en la separación de basura, incluyendo en el programa un componente económico, o de venta de los residuos, para obtener recursos para el beneficio del propio Colegio.

- Contaminación por olores – Con base en los resultados de su video ellos afirman que existen descargas y malos olores en el río aledaño. Para corroborar que el olor afecta al Colegio, trajeron el día de la presentación a unos compañeros de jardín de niños, la zona más cercana al río, y ellos afirmaron que el olor es muy desagradable. Sin embargo, en el video no es claro de quién son las descargas, por lo que se les propuso que se hiciera una investigación más a fondo y se solicitara la ayuda de las autoridades correspondientes para corregir el problema.
- Contaminación por ruido – Ellas, a través de sus mediciones, encontraron que durante el transcurso del día escolar, los niveles de ruido no son tal altos como para afectar lo que sucede dentro de los salones de clase. Sin embargo, se acordó que medirían también los niveles de ruido en la mañana a la hora de la entrada del Colegio y en la tarde a la salida, para verificar si es que en realidad los niveles de ruido aumentan por el tráfico de la avenida.
- Lluvia ácida – La propuesta de este equipo era muy buena y muy interesante; sin embargo, durante los pocos días que duró el taller no hubo presencia de lluvia en las zonas sujetas a estudio. Por ello, se decidió que podrían hacer este trabajo por su cuenta con más tiempo.
- Reciclado de papel – Ya que generalmente el Colegio no se asegura de que el papel que utiliza provenga de bosques sustentables ni de que sea reciclado, este equipo propone que se fortalezca y de difusión al programa de re-uso y reciclado de papel en el Colegio.
- Transporte escolar obligatorio (en contra) – Este equipo trató de probar que el uso de los camiones y camionetas del transporte obligatorio escolar genera más emisiones que los vehículos particulares de los alumnos; sin embargo, la información que recopilaron a través de las entrevistas realizadas no parece veraz. En su momento, se les sugirió verificar el dato obtenido de la oficina de transporte de que el camión escolar tiene un rendimiento de 3 km/litro, ya que son modelos nuevos y funcionan a diesel. Desafortunadamente, no lo hicieron así. Aunado a lo anterior, sus argumentos de ineficiencia se volcaron sobre temas como impuntualidad y prohibición de comer en el camión, por lo cual su teoría de la ineficiencia en términos de emisiones se desvirtuó.

- Transporte escolar obligatorio (a favor) – Este equipo se refirió al hecho de que al usar una camioneta o un camión para llevar a varias personas, en lugar de que éstas se trasladen cada una en su vehículo, se reducen las emisiones, aún cuando esta camioneta o camión no sea tan eficiente como los vehículos particulares. Al hacer la prueba con la tablilla para partículas provenientes del escape de los vehículos, obtuvieron un filtro casi blanco, por lo cual se afianzó la idea de que estos vehículos no contaminan demasiado. Más aún, como resultado de la entrevista con algunos padres descubrieron que esto reduce además el tráfico y el estrés de los padres que antes llevaban y recogían a sus hijos del Colegio. Finalmente, reconocieron que puede haber mejoras en términos de la puntualidad y la eficiencia de las rutas; sin embargo, siguen considerando que la idea de implementar el sistema de transporte escolar obligatorio es buena.

5.6. Evaluación de experiencia de aprendizaje

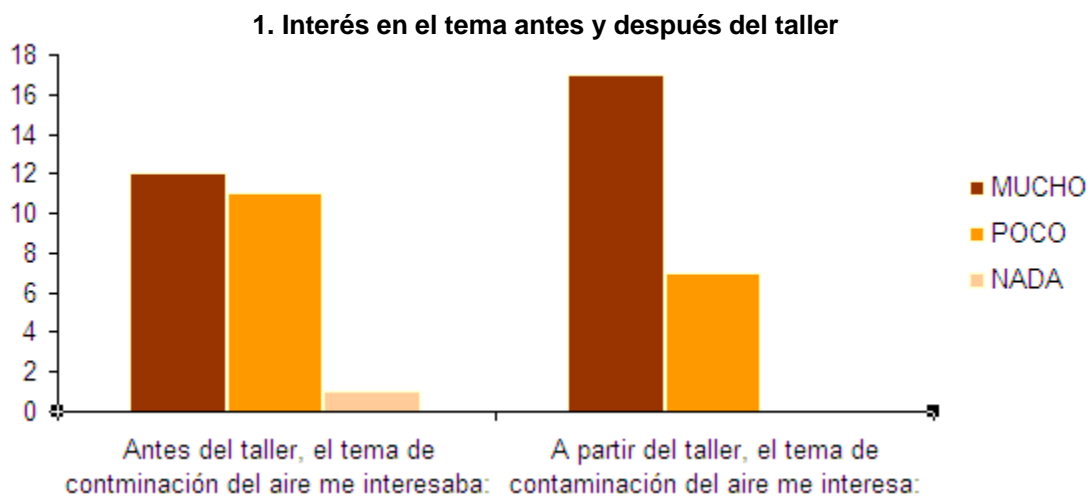
Como ya se dijo anteriormente, se utilizan tres herramientas para la evaluación de la experiencia, primero se considera el tipo de proyectos que surgen del taller, posteriormente se analiza el discurso de los participantes, al inicio y al final del taller, y finalmente se interpretan los resultados de un cuestionario aplicado a los participantes al final del taller.

El resultado del taller en términos del proyecto se considera relevante; surgieron ocho proyectos, todos ellos relacionados con la temática del medio ambiente, con la calidad del aire y con las actividades que se realizan en el contexto local del Colegio. Cada proyecto incluyó el estudio de las causas y efectos del problema, así como una hipótesis y la exploración del medio ambiente real para llegar a ciertas conclusiones.

Respecto del discurso de los participantes, se identifica que al inicio del taller los participantes no dominan completamente los conceptos básicos del tema de calidad del aire. Durante la presentación interactiva participan y dan ideas y se aproximan a definir dichos conceptos, sin embargo lo hacen con un lenguaje coloquial y aproximado. En contraste, al final del taller durante la presentación de sus proyectos, se percibe un cambio en el tipo de lenguaje que utilizan; un ejemplo de esto es el uso de palabras como “rendimiento”, “contaminantes”, “emisiones”, etc.

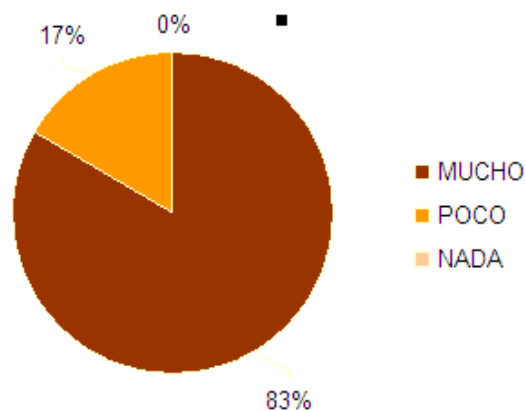
Finalmente, se obtuvieron algunos indicadores con base en la respuesta de los participantes al cuestionario aplicado al final del taller. El cuestionario consistió de 6 preguntas de opción múltiple referentes al interés que tenían antes del taller y tienen al final del taller en el tema de la calidad del aire, el entendimiento de las causas y efectos de los problemas de contaminación atmosférica, el material utilizado y la metodología implementada, así como una pregunta abierta sobre propuestas de mejora del taller.

En cuanto al interés de los participantes en el tema de la calidad del aire, se observó un aumento al final del taller con respecto del inicio.

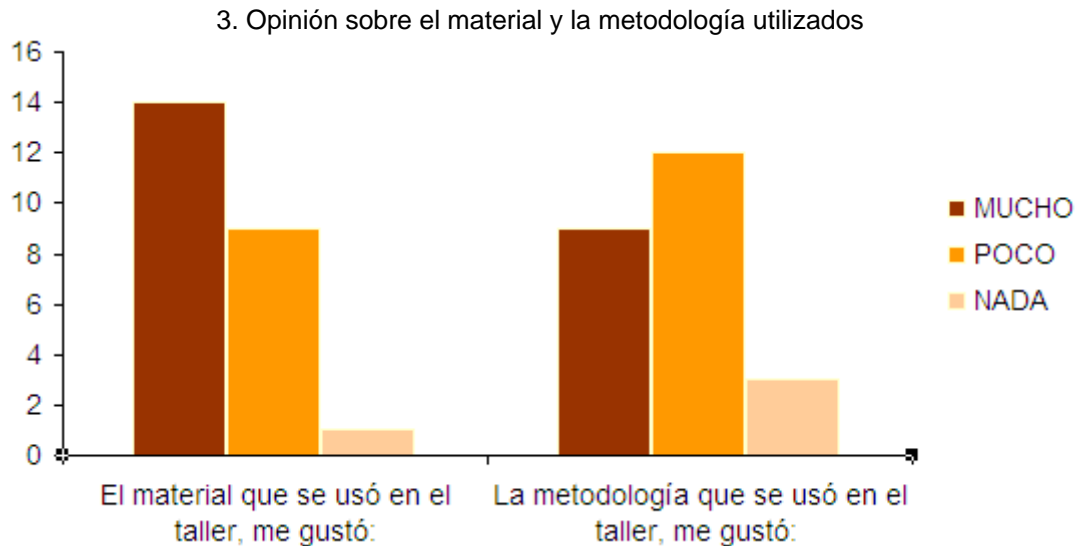


Respecto de la pregunta sobre el entendimiento de las causas y efectos de los problemas de contaminación atmosférica, tratados durante la presentación interactiva y más adelante durante la elaboración de proyectos, el 83% de los participantes respondió que los entiende.

2. Entendimiento de causas y efectos de la contaminación



Con respecto al material utilizado y a la metodología aplicada, se observó que los participantes fueron receptivos, en cuanto que respondieron al estímulo del material interactivo y se adaptaron de manera muy participativa y creativa a la metodología aplicada.



Finalmente, cabe mencionar que hubo algunos comentarios de los participantes que refuerzan el hecho de que el tiempo que duró el estudio piloto no fue suficiente y que debió haber habido menos estudiantes o, en su caso, más facilitadores. Esto, en parte, puede ser la explicación al hecho de que a la mayoría de los participantes no les gustó la metodología.

A continuación se presentan dichos comentarios agrupados, mostrando el número de participantes que hicieron un comentario similar o en el mismo sentido.

- Que se divida el grupo (1)
- Más interacción con los alumnos (5)
- Más profesionales para ayudar (1)
- Más tiempo para investigar (4)
- Profundizar más en los temas (5)
- Que se implementen las propuestas (1)

6. Conclusiones y recomendaciones

La realización de este proyecto es muy valiosa en cuanto a que es una investigación que contribuya la generación de información sobre educación ambiental. Específicamente, pone a disposición de la comunidad educativa, tanto formal como no formal, una herramienta que les permita implementar actividades educativas a través de una guía que incluye tanto orientación sobre material educativo como metodología específicamente diseñada para educación ambiental.

Respecto del material, se puede decir que en realidad son sugerencias ya que, como se mencionó en esta guía, el material que se utiliza durante una actividad de educación ambiental no formal puede ser muy variado y puede adaptarse a las necesidades y disponibilidad de recursos de los organizadores de cada actividad.

- De manera general, en cuanto al material se recomienda:
 - Contar con material que pueda servir para que los participantes generen información local para sustentar sus ideas o propuestas, tales como instrumentos de medición, tales como detectores de ruido, ozono, partículas, etc.
 - Contar con material que permita a los participantes documentar el proceso de construcción de su aprendizaje y de su proyecto; es decir, proporcionarles cámaras fotográficas, de video, etc.
 - Contar con material común de arte y papelería para que los participantes que deseen construir un modelo físico de su idea o propuesta, tengan material adecuado para hacerlo.

Respecto de la metodología, se puede decir que los elementos básicos para el fortalecimiento del pensamiento crítico y las etapas del aprendizaje deben estar presentes, esto con el fin de lograr una experiencia con una secuencia lógica y ordenada que permita a los participantes construir conocimientos sobre el tema y desarrollar ideas y propuestas significativas.

- De manera general, en cuanto a la metodología se recomienda:
 - Utilizar la metodología en cuestión para diversos temas, aunque en este caso se aplicó específicamente al tema de calidad del aire, se puede adaptar a casi cualquier tema.
 - Dedicar el tiempo suficiente a cada una de las etapas, para que los participantes puedan explorar más cada uno de los momentos de su aprendizaje, así como abundar un poco más en causas y efectos del problema que escojan y sus propuestas. Es decir, considerar que el aprendizaje es un proceso y que requiere tiempo por parte de los participantes para construir estructuras e ideas significativas.
 - Asignar horarios de trabajo continuos, ya que en la medida que se internan los participantes en el tema, van explorando y generando ideas y propuestas. Por el contrario, un horario de pocos minutos mediados por varios días de inactividad generan falta de concentración en el tema y pérdida del interés y motivación generados al inicio del taller.
 - Contar con personal de apoyo, preparado en el tema central y conocedor de la metodología, cuando menos en una razón de un facilitador por cada 10 participantes del taller. Con ello se puede lograr ayudarles a desarrollar con más precisión sus ideas y buscar información y material de soporte adecuado para poder comprobar o desechar sus ideas o propuestas.
 - Procurar generar oportunidades, paralelas al taller, para la implementación real de las propuestas de los participantes. Aunque para algunos puede ser suficiente con la generación de su propuesta teórica o prototipo, durante el taller, para algunos otros resulta frustrante invertir tanto tiempo y esfuerzo en proyectos significativos pero que no se pueden materializar.

7. Bibliografía

Belgrado, 1975. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), *Carta de Belgrado*, Belgrado, República de Serbia.

Brundtland, 1987. *Our common future: The World Commission on Environment and Development*, Oxford University Press.

Echániz, 2003. Echániz Pellicer, G. (2003), *Learning Material for Constructing Environmental Understanding*. Thesis (Master's). Massachusetts Institute of Technology.

Estocolmo, 1972. Organización de las Naciones Unidas (ONU), Conferencia sobre el Medio Ambiente Humano, *Declaración de Estocolmo*, Estocolmo, Suecia.

Harel, I. and Papert, S., 1991. *Constructionism*, Ablex Publishing Corporation, Norwood, NJ.

PND 2007. Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, *Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012*, México, DF.

Río de Janeiro, 1992. Organización de las Naciones Unidas, Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, *Agenda 21*, Río de Janeiro, Brasil.

SEMARNAT, 2006. *Estrategia de Educación Ambiental para la Sustentabilidad en México*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México DF.

Tbilisi, 1977. Organización de las Naciones Unidas para la educación, la ciencia y la cultura (UNESCO) y PNUMA, *Declaración de Tbilisi*, Tbilisi, Georgia.

Anexo – Cuestionarios aplicados a los participantes