Experiencia: intervención educativa para la búsqueda de soluciones a la problemática de la contaminación del aire

Experience: educational intervention to find solutions to the problem of air pollution

[1] Maritza Londoño-Berrio*
[2] Leidy Vanessa Echavarria-Mazo
[3] Verónica Estrada
[4] Valentina Nieto-Marín
[5] Ly Orozco
[6] Isabel Cristina Ortiz-Trujillo

Recibido: 6 de julio de 2021
Aceptado: 8 de agosto de 2021

Resumen

La apropiación social del conocimiento pretende brindar fundamentos a la sociedad frente a temáticas para mitigar problemas particulares y locales. Buscando contextualizar y acercar a los estudiantes del noveno grado de la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco (Medellín, Antioquia, Colombia) a la temática de la calidad del aire y su relación con los efectos sobre la salud humana y ambiental, así como aproximarse a la educación no formal mediante la creación colectiva en clase, se realizó el programa de acompañamiento en el "Proyecto AIRE: Biomarcadores genotóxicos *in vitro* para evaluar

[1] Es bióloga e investigadora del grupo Biología de Sistemas en la Facultad de Medicina de la Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia. Sus líneas de investigación son los efectos citotóxicos, genotóxicos y mutagénicos de compuestos creados por nanotecnología y compuestos ambientales. ORCID 0000-0002-0391-0494. C. e.: mlondonob@gmail.com *Autora de correspondencia.

[2] Es bióloga e investigadora del grupo Biología de Sistemas en la Facultad de Medicina de la Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia. Sus líneas de investigación son los efectos citotóxicos, genotóxicos de compuestos ambientales. ORCID 0000-0002-2002-6334. C. e.: leidyvanessae44@gmail.com

[3] Es bióloga y maestra en Ciencias. Además, es investigadora del grupo Biología de Sistemas en la Facultad de Medicina de la Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia. Sus líneas de investigación son los efectos citotóxicos, genotóxicos y mutagénicos de compuestos ambientales. ORCID 0000-0002-1284-7554. C. e.: veronicae77@gmail.com

calidad y seguridad de material particulado total proveniente de diésel mezclado con alcoholes" con la finalidad de evaluar la apropiación del conocimiento, a través de un cuestionario tipo encuesta con preguntas cerradas y abiertas evaluando actitudes y efectos. El proyecto generó satisfacción en los participantes y las actividades prácticas tuvieron un impacto contundente en la recordación y divulgación del proyecto. Versión en lengua de señas mexicana

Palabras clave: apropiación social del conocimiento, educación ambiental, calidad del aire.

Abstract

The social appropriation of knowledge aims to provide knowledge, foundations to society in the face of issues in order to mitigate particular and local problems. Seeking to contextualize and bring the ninth-grade students of the Alfonso Upegui Orozco Educational Institution (Medellín, Antioquia, Colombia) closer to the issue of air quality and its relationship with human and environmental health, as well as approaching non-formal education through collective creation in class, the accompaniment program was carried out in the "AIRE Project: In vitro genotoxic biomarkers to evaluate quality and safety of total particulate material from diesel mixed with alcohols" in order to evaluate the appropriation of knowledge, a survey-type questionnaire with closed and open questions was used, evaluating attitudes and effects. The project generated satisfaction in the participants and the practical activities had a forceful impact on the remembrance of the project and on its dissemination.

Keywords: *social appropriation of knowledge, environmental education, air quality.*

[4] Es bióloga e investigadora del grupo Biología de Sistemas en la Facultad de Medicina de la Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia. Sus líneas de investigación son los efectos citotóxicos, genotóxicos de compuestos ambientales. ORCID 0000-0001-9523-4843. C. e.: valentina.nieto@udea.edu.co

[5] Es bióloga y maestra en Ciencias. Además, es docente e investigadora del grupo Biología de Sistemas en la Facultad de Medicina de la Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia. Sus líneas de investigación son los efectos citotóxicos, genotóxicos y mutagénicos de compuestos ambientales. ORCID 0000-0003-2815-6042. C. e.: lyorozcoj@yahoo.es

[6] Es bióloga y maestra en Ciencias. También es coordinadora y líder del grupo de investigación Biología de Sistemas en la Facultad de Medicina de la Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia. Sus líneas de investigación son los efectos citotóxicos, genotóxicos y mutagénicos de compuestos ambientales y nuevas tecnologías de nanopartículas. ORCID 0000-0002-1620-2809. C. e.: isabel.ortiz@upb.edu.co y tel.: 315 6129999

Introducción

La contaminación del aire está compuesta de material particulado (MP) y componentes gaseosos. Entre los contaminantes gaseosos se encuentran el óxido de nitrógeno, ozono, dióxido de azufre, compuestos orgánicos volátiles y monóxido de carbono (Bourdrel, Bind, Béjot, Morel y Argacha, 2017). Por su parte, el material particulado es generado principalmente por la quema de combustible diésel; este material es responsable de morbilidad y mortalidad asociada a enfermedades cardiovasculares, respiratorias, causante de mutaciones en células germinales (Demarini, 2012) y cáncer (Fiordelisi et al., 2017; Kim, Chen, Zhou y Huang, 2018; Kurt, Zhang y Pinkerton, 2016), determinado por la Agencia Internacional de Investigación sobre Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés). Esta institución catalogó al MP proveniente del diésel como carcinógenos para los humanos (IARC, 2014). La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha hecho énfasis en la relación entre la calidad del aire y la salud.

Entonces, conociendo la problemática de la contaminación del aire y teniendo en cuenta que la educación ambiental responde a una necesidad y obligación de todas las naciones para contribuir con un acercamiento de las poblaciones a las problemáticas ambientales, a través de la educación formal o no formal, se evidencia una necesidad de encontrar herramientas para que el público se apropie de la información brindada sobre los temas de salud, calidad del aire y cuidado del medio ambiente, y que puedan generar proyectos y estrategias para contribuir a la solución de esta problemática (Echeverry-Mejía, Castaño y Domínguez, 2013). Colombia no es ajena a esta responsabilidad y promueve la enseñanza de la protección del ambiente, la ecología y la preservación de los recursos naturales en las instituciones educativas (Congreso de Colombia, s. f.), respondiendo a uno de los compromisos del estado colombiano para alcanzar el desarrollo sostenible. Dentro de este marco, el Ministerio de Ciencia y Tecnología e Innovación (Minciencias) convocó a la presentación de propuestas de apropiación social para conformar un banco de iniciativas elegibles, dirigidas al fortalecimiento de programas y proyectos de investigación en ciencias médicas y de la salud.

De esta manera, en la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco se implementó el programa de acompañamiento de apropiación social del conocimiento enmarcado en el "Proyecto AIRE: Biomarcadores genotóxicos *in vitro* para evaluar calidad y seguridad de material particulado total proveniente de diésel mezclado con alcoholes", con el propósito de que los alumnos del noveno grado se relacionaran con la ciencia y la investigación, como herramienta para entender la relación entre la calidad del aire y la salud. El acompañamiento consistió en contextualizar a los estudiantes sobre la problemática a través del trabajo colaborativo, donde elaboraron un ensamble e instalaron la estructura para el jardín vertical y el sistema de riego para la institución educativa. Finalmente, se realizó una evaluación de la apropiación social del conocimiento. En el presente artículo se da cuenta de los resultados de este trabajo.

Materiales y método

Población objetivo

La estrategia de apropiación social se realizó en la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco, del Valle de Aburrá, que mostró su interés en las temáticas ambientales, participando en la Feria de la Ciencia, Tecnología e Innovación (CT+i) con proyectos en el área "Ambiente y desarrollo sostenible", mediada por el Parque Explora. Este parque contactó a la institución educativa; así, su directora y docentes permitieron el ingreso de los investigadores para realizar la intervención.

El criterio para la elección del noveno grado de esta institución educativa se basó en proyectos pedagógicos que promueven el análisis y la comprensión de los problemas, así como las potencialidades ambientales locales (PRAE). Ahí se indica que en este grado se debe realizar un proyecto de investigación enfocado al medio ambiente y desarrollo; además, el siguiente año, los alumnos elegirían su enfoque o media técnica y, por tanto, esta estrategia podría corresponder con una orientación vocacional.

La Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco se encuentra ubicada en la vereda Pajarito del Barrio Robledo, en Medellín, Colombia. El noveno grado contaba con 45 estudiantes y un docente acompañante; de los cuales, 30 participaron en la evaluación. Los alumnos se encontraban entre los 14 y 18 años.

Intervenciones

Durante cuatro meses, se realizó el acompañamiento de los estudiantes del noveno grado, por medio de visitas periódicas cada 15 días. En una primera etapa, se hizo un diagnóstico de conocimientos previos; posteriormente, una contextualización sobre la problemática a tratar; y finalmente, se desarrolló el proyecto. Con esto se atendió al primer componente: contextualización y acercamiento a la temática.

En resumen, se realizaron un total de seis sesiones teóricas-prácticas mediante la metodología participativa (Varela-Losada, Pérez-Rodríguez, Álvarez-Lires, y Álvarez-Lires, 2014), en las cuales, el guía (investigador) promovió un diálogo, a través de una contextualización inicial, de lo que se trabajó para evidenciar conocimientos previos e identificar vacíos de los estudiantes sobre la temática; después, se desarrollaron las actividades, con el objetivo de cumplir los objetivos de cada sesión; por último, se construyeron las conclusiones entre todos, y se socializó el conocimiento adquirido.

En la Figura 1 se muestra cómo se realizaron las sesiones. En la primera, se identificaron los conocimientos previos de los estudiantes sobre la calidad del aire; asimismo, se contextualizó sobre este tema y aclararon dudas adquiridas o existentes por parte de ellos. La segunda sesión consistió en un taller práctico basado en el uso de *Tradescantia pallida* (purpurina) (Ma et al., 1994), para la evaluación del daño en el material genético (ADN) generado por contaminación ambiental, con la intención de mostrar a los estudiantes las técnicas para evaluar las mediciones del daño creado por esta contaminación a los sistemas vivos. En la tercera sesión teórica-práctica, se brindaron conocimientos sobre conceptos importantes de la medición y control de agentes contaminantes, mediante el Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá (SIATA).

Figura 1. Sesiones dictadas a la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco



Fuente: Elaboración propia.
Nota: SIATA: Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá; APSC: apropiación social del conocimiento.

Una vez realizado el acercamiento de los estudiantes al tema de salud y aire, se inició el segundo componente (Desarrollo de proyecto para la APSC), donde se llevaron a cabo tres sesiones más. La primera consistió en una salida pedagógica al Exploratorio del Parque Explora para desarrollar un taller que abordó nociones básicas en temas de siembra y cultivo de hortalizas, así como de jardines verticales y sistemas de riego, con el fin de tener herramientas para la fabricación y elección de la mejor estructura de las cercas vivas implementadas en la institución educativa. En la siguiente sesión se realizó un ejercicio centrado en el trabajo colaborativo; ahí, los estudiantes apoyaron el ensamble e instalación de la estructura para el jardín vertical y del sistema de riego para la institución educativa. La última sesión correspondió a la evaluación de la apropiación social del conocimiento por parte de los estudiantes sobre la temática tratada.

Evaluación de los resultados

A los estudiantes y el docente a cargo se les aplicó, como instrumento de evaluación, una encuesta conformada por preguntas abiertas y cerradas; esta fue autoadministrada en forma privada y anónima, con previo consentimiento informado. Esta evaluación es de tipo sumativa, pues se realiza al culminar el programa de acompañamiento, con el propósito de reconocer los resultados del proceso y obtener información útil para futuras aplicaciones o actividades similares.

La encuesta incluyó información sociodemográfica, percepciones, opiniones y actitudes frente al acompañamiento (teniendo en cuenta

la calificación de las actividades, los mediadores, el interés por la temática, entre otras). Asimismo, se evaluó el interés por la ciencia, siguiendo los lineamientos de Vásquez-Alonso y Manassero-Mas (2011), donde se determinó la valoración por la ciencia y el gusto o curiosidad por los temas científicos. Finalmente, se tomaron en cuenta los efectos producidos por la intervención, a través de una serie de sentimientos definidos por Retana-Alvarado, De las Heras-Pérez, Vásquez-Bernal y Jiménez-Pérez (2018).

Análisis estadístico

Una vez obtenidas las respuestas de la encuesta, se llevó a cabo el procesamiento y análisis de datos mediante SPSS Statistics, versión 23. Se examinó cada una de las variables por medio de frecuencias, porcentajes y variables cuantitativas, aplicando estadísticos descriptivos.

Resultados

Los hallazgos encontrados tras la primera visita se muestran en la Tabla 1. Fue posible identificar que los estudiantes tienen una visión general sobre la problemática de la calidad del aire. Además, se pudo reconocer su capacidad de identificar problemáticas existentes a nivel local e institucional, así como las posibles acciones que se podrían realizar frente a la problemática.

Tabla 1. Respuesta a la evaluación de conocimientos previos de los estudiantes del noveno grado sobre la problemática de la calidad del aire

Preguntas	Respuestas
¿Cómo me afecta la contaminación?	• Daño en la naturaleza • Reducción de la calidad de vida • Contaminación del aire: libre esparcimiento • Problemas en la salud • Incendios forestales • Movilidad (caos vehicular) • La economía
Ventajas de la contaminación	• Consumo • Desarrollo • Inflación económica • Material para reciclaje • Reflexionar • Se mejora el transporte • Unión de naciones para contrarrestarlo • Desarrollo tecnológico • Oportunidades de trabajo

Tres problemas ambientales de la institución	• Contaminación por construcción en zonas verdes • Falta de conciencia ambiental • Basuras en el suelo y desperdicio de agua • Mal manejo de residuos • Uso desmedido de plástico
Acciones para mejorar la contaminación	• Usar 3R • Expandir las zonas verdes • Realizar campañas de concientización • Disminuir el consumo • Reducción del monocultivo • Reciclar • Usar ecotransporte

Fuente: Elaboración propia.

Evaluación

Frente a la percepción sobre el acompañamiento, existe una valoración positiva de las actividades realizadas durante el proyecto, así como de los elementos que lo componen (Tabla 1), donde solo surge una respuesta en desacuerdo con el enunciado sobre la interacción entre todos los participantes. A su vez, este ítem presenta menos respuestas positivas o dudas en la percepción de los estudiantes al tener varias calificaciones, como "ni de acuerdo ni en desacuerdo".

Con respecto a la temática abordada durante el proyecto, esta se considera clara. Los estudiantes afirmaron que aprendieron cosas nuevas y les gustó participar en el proyecto (Tabla 2). Algunos presentaron dudas y sus respuestas se catalogaron como neutras o pasivas, al no tener una tendencia clara en su percepción. Frente al acompañamiento, los estudiantes tuvieron impresiones predominantemente positivas, con excepción de uno, pues consideró que los talleristas no manejaron adecuadamente los temas abordados en el proyecto.

Tabla 2. Percepción, opiniones y actitudes frente al tema y al desarrollo del proyecto

Califica cada uno de los siguientes enunciados según tu opinión sobre las actividades realizadas en el Proyecto Aire y Salud	Totalmente de acuerdo n (%)	De acuerdo n (%)	Ni de acuerdo ni en desacuerdo n (%)	En desacuerdo n (%)	Totalmente en desacuerdo n (%)
Las instrucciones para realizar las actividades fueron claras y concisas para todos.	73,3 (22)	23,3 (7)	3,3 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)
El tiempo dedicado a las actividades fue el oportuno (duración).	56,7 (17)	36,7 (11)	6,7 (2)	0,0 (0)	0,0 (0)
Los espacios han sido idóneos para realizar las actividades.	70,0 (21)	20,0 (6)	10,0 (3)	0,0 (0)	0,0 (0)
Los materiales utilizados fueron los adecuados para la realización de cada una de las actividades.	73,3 (22)	23,3 (7)	3,3 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)
La temática de cada actividad fue clara.	73,3 (22)	26,7 (8)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
Las actividades posibilitaron la interacción entre todos los participantes.	36,7 (11)	43,3 (13)	16,7 (5)	0,0 (0)	0,0 (0)
Durante mi participación en el proyecto aprendí cosas nuevas.	66,7 (20)	26,7 (8)	6,7 (2)	0,0 (0)	0,0 (0)
El tema del proyecto me gustó.	60,0 (18)	23,3 (7)	16,7 (5)	0,0 (0)	0,0 (0)
Los talleristas escuchaban y respetaban la opinión de todos.	80,0 (24)	16,7 (5)	3,3 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)
Actitudes y opiniones					
La ciencia y la tecnología son importantes para la sociedad.	63,319	36,711	0,00	0,00	0,00
Un país necesita ciencia y tecnología para desarrollarse.	63,319	33,310	3,31	0,00	0,00
La ciencia que he aprendido en el colegio es interesante.	53,316	36,711	3,31	3,31	3,31
Las asignaturas relacionadas con la ciencia me gustan más que las demás asignaturas.	23,37	26,78	40,012	10,03	0,00

Las cosas que he aprendido relacionadas con la ciencia son útiles para mi vida cotidiana.	46,714	40,012	6,72	6,72	0,00
Las asignaturas relacionadas con la ciencia me motivan a tener curiosidad por otros temas.	30,09	60,018	0,00	10,03	0,00
Me gusta asistir a eventos y actividades relacionadas con la ciencia en otros lugares del barrio, la comuna o la ciudad.	23,37	40,012	23,37	6,72	6,72
Reconozco que la ciencia está presente en todos los espacios de mi vida.	56,717	30,09	10,03	3,31	0,00
Las cosas que he aprendido relacionadas con la ciencia me servirán en mi vida laboral y profesional.	46,714	33,310	13,34	6,72	0,00
Me gustaría estudiar una carrera relacionada con la ciencia.	20,06	30,09	26,78	16,75	6,72

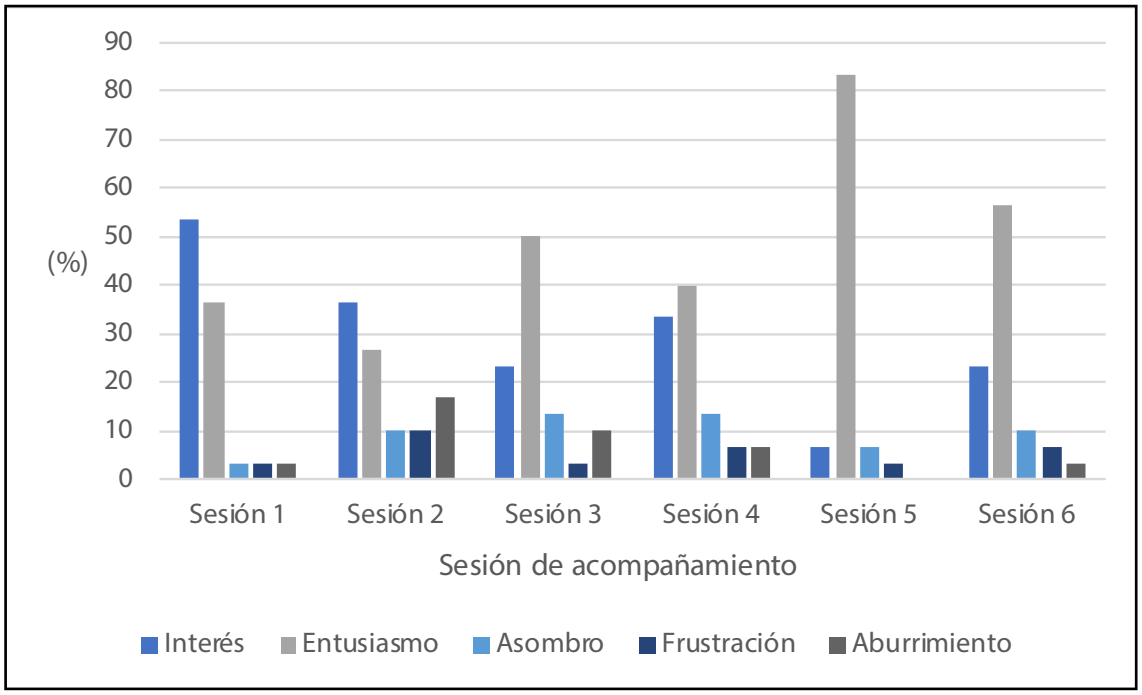
n=30

Fuente: Elaboración propia.

Emociones por sesión de proyecto

Las sesiones uno y dos produjeron interés en los estudiantes por la problemática tratada y las expectativas que tenían sobre el proyecto. El entusiasmo es la segunda emoción predominante en las sesiones iniciales; sin embargo, la sesión dos representó emociones relacionadas con el aburrimiento para algunos. El resto de las sesiones fueron evaluadas con emociones positivas, especialmente el entusiasmo. La sesión cinco, en la que se construyó el jardín vertical en las instalaciones de la institución educativa, fue la que mayor entusiasmo produjo. Estas últimas también muestran emociones de interés y asombro (Figura 2).

Figura 2. Emociones relacionadas con las sesiones de acompañamiento a los estudiantes



Fuente: Elaboración propia.

Satisfacción en el proyecto

De acuerdo con las preguntas abiertas sobre lo que más les gustó y menos les gustó del proyecto, se codificaron y categorizaron las respuestas, cuya información se expresa en la Tabla 3 y Figura 3. Lo que más les gustó a los estudiantes (por frecuencia de respuesta) fue el jardín vertical y el sistema de riego, aprender nuevos temas, las actividades prácticas del proyecto y visitar otros espacios. Además, al preguntar sobre lo que menos les gustó, el 59 % afirmaron no encontrar elementos con los que no se sintieran conformes; la expresión más común fue "todo me gustó". Sin embargo, del 41 % que compartieron algunos aspectos que no les gustaron, hablaron acerca de su inconformidad con las actividades al aire libre, pues no tenían protección solar, hacía mucho calor o les generaba incomodidad este tipo de acciones en el lugar en que se ubicó el jardín vertical.

Del mismo modo, algunos estudiantes afirmaron que las actividades relacionadas con la siembra no son del gusto de todos, ni se sienten hábiles en este tipo de prácticas. Otros aspectos que no les gustaron fueron la corta duración del proyecto, algunas dificultades con el cuidado de las plantas, la dispersión del grupo en algunas actividades (esto se relaciona con los que no estuvieron de acuerdo con que las actividades permitieran la adecuada interacción entre

compañeros) y salir de la institución a otros espacios de la ciudad. También, algunos estudiantes estuvieron en desacuerdo con realizar actividades hasta el último día de clases. Señalaron que en la sesión final ya no tenían disposición para hacer la evaluación del proyecto ni hacer actividades académicas. En ambas preguntas, cerca del 7 % de los estudiantes se abstuvieron de responder o dijeron no saber qué responder a estos cuestionamientos.

Interés por la ciencia

La totalidad de los estudiantes considera que la ciencia y la tecnología son importantes para la sociedad y contribuyen al desarrollo de Colombia. De esta manera, las respuestas más contundentes son las que muestran el acuerdo total con las sentencias relacionadas con la valoración positiva de la ciencia (Tabla 3).

Sobre el reconocimiento de la ciencia en la vida cotidiana, los estudiantes consideran que aquello que han aprendido es útil en su día a día y podrá ser importante en el desarrollo de su vida laboral y profesional. En su mayoría, perciben evidente la presencia de la ciencia en los diferentes espacios de su vida. En cuanto a su participación en eventos relacionados con la ciencia y la tecnología ofertados en la ciudad, la comuna o el barrio, un alto porcentaje compartió su gusto por este tipo de espacios; aunque también algunos se mostraron indecisos o respondieron directamente que no les gustó participar en tales eventos.

Tabla 3. Interés por la ciencia

	Totalmente de acuerdo n (%)	De acuerdo n (%)	Ni de acuerdo ni en desacuerdo n (%)	En desacuerdo n (%)	Totalmente en desacuerdo n (%)
Me interesa compartir con mi familia y amigos mis conocimientos sobre las acciones que ayudan al mejoramiento de la calidad del aire.	26,78	50,015	13,34	10,03	0,00
Soy consciente de la responsabilidad que tengo frente al mejoramiento de la calidad del aire.	56,717	33,310	6,72	3,31	0,00
Quiero seguir participando en actividades que me den información de la calidad del aire en el Valle de Aburrá (Medellín y sus municipios cercanos).	36,711	43,313	13,34	3,31	3,31

Me interesa realizar actividades que favorezcan el mejoramiento de la calidad del aire del Valle de Aburrá (Medellín y sus municipios cercanos).	56,717	36,711	0,00	3,31	3,31
Considero que mis comportamientos afectan la calidad del aire del Valle de Aburrá (Medellín y sus municipios cercanos).	50,015	23,37	16,75	10,03	0,00

n=30

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la socialización que los estudiantes hicieron del proyecto, el 73 % afirmaron haber compartido su experiencia con otras personas. Este es un atributo importante en relación con los efectos que genera una intervención, pues indica el nivel de recordación de las actividades en los participantes, la importancia que le dan a lo experimentado y la posible recomendación de este tipo de proyectos. En este caso, los estudiantes dijeron que hablaron de su experiencia con familiares, amigos y conocidos, con sus compañeros de la institución y con sus docentes. La tendencia en sus respuestas es que compartieron con personas externas a la institución sus vivencias en el proyecto.

Apropiación del conocimiento

Cuando se les pidió a los estudiantes sintetizar en tres palabras los temas más relevantes del proyecto, los términos que más recordación tienen en los estudiantes y presentes para definir el proyecto son cuidado, plantas, contaminación, ambiente, salud y calidad del aire, jardín (Figura 3). Los términos que eligieron son, efectivamente, los relacionados directamente con el proyecto. Sin embargo, si se escudriña en los conceptos con menor frecuencia, pero que dan cuenta del impacto del proyecto, se encuentran palabras como enfermedad, respirar, responsabilidad, trabajo en equipo, conciencia, alerta, SIATA, bienestar; es decir, términos claves para determinar que los estudiantes relacionan la problemática de la calidad del aire con efectos adversos y resaltan la necesidad de la búsqueda de soluciones.

Figura 3. Nube de palabras obtenida sobre los testimonios de los estudiantes



Fuente: Elaboración propia.

Docente acompañante

Sobre los aspectos relacionados con el desarrollo del proyecto, el docente señaló una valoración positiva en mayor medida, y solo se mostró indeciso en lo relacionado con la duración o el tiempo dedicado a las actividades del proyecto, resaltando de forma positiva el fortalecimiento de su práctica en el aula de clase y los efectos que logró percibir en los estudiantes que participaron.

El docente afirmó que lo que más les gustó del proyecto fue la temática, pues es un factor relevante en la actualidad por el fenómeno de baja calidad del aire presentado en la ciudad en los últimos años. También planteó que existen algunos aspectos por mejorar y se relacionan con su evaluación de satisfacción, considerando que este tipo de actividades debería proponerse para un grupo más pequeño y se debe de profundizar en los aprendizajes.

En síntesis, el docente afirmó que logró reflexionar acerca de la contaminación del aire y la importancia del cuidado del ambiente, así como que el proyecto tuvo un enfoque muy interesante al abordar el tema desde los impactos en los seres vivos ante la baja calidad del aire en la ciudad. Por este motivo, se vio alentado a compartir su experiencia con otros docentes de la institución, varios de sus estudiantes y familiares.

Discusión y conclusiones

Con el desarrollo del proyecto se generó un acercamiento a la temática de la contaminación del aire y sus efectos sobre la salud en los estudiantes del noveno grado de la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco. Con ello, se lograron estimular actitudes y opiniones positivas sobre el cuidado del ambiente y la responsabilidad de todos en la calidad del aire. En su mayoría, se apropiaron del conocimiento y relacionaron los

temas abordados con su experiencia de vida, al grado de poderlos explicar con sus propias palabras. Del mismo modo, se hizo evidente que el docente y los estudiantes pudieron percibir la importancia de la ciencia y desarrollar un interés por las áreas de conocimiento de esta.

El proyecto generó satisfacción en los participantes y fue bien evaluado en sus diferentes aspectos; sin embargo, no hubo una adecuada interacción entre los estudiantes y no todos estuvieron dispuestos a participar de manera activa. La duración y la época en la que se realizó el proyecto es lo que menos les gustó a las personas, dado que se hizo en un periodo cercano a finalizar el año académico en la institución educativa. La temática y la metodología de aprendizaje experiencial es lo que más les gustó a los participantes y hubo un balance entre las emociones positivas surgidas, en relación con cada una de las sesiones de trabajo. La elaboración del jardín vertical y el sistema de riego, así como la formación sobre el cuidado de las plantas y las prácticas de siembra, tuvieron un impacto contundente en la recordación del proyecto y en la socialización que todos los participantes hicieron sobre él con sus familiares, amigos u otros actores de la institución educativa.

Se propone realizar actividades como esta, pues aportan a la construcción de una cultura que encuentra en la ciencia y la tecnología una herramienta importante para la generación de soluciones. Asimismo, contribuye a la apropiación social del conocimiento, buscando mecanismos e instrumentos que aporten fundamento para la innovación y la investigación, con impacto en el desarrollo social y económico de Colombia, que trascienda más allá de las prácticas en las instituciones educativas y cree herramientas adecuadas para la integración de la ciencia y la tecnología a la vida de la sociedad (Hoyos, 2002).

Para futuras aplicaciones de este tipo de intervención, se sugieren cuatro acciones: 1) extender la duración del proyecto para profundizar en los temas, desarrollándolo en una época diferente al cierre del periodo académico, con el objetivo de tener mejor impacto en el aula de clases y una mejor disposición de estudiantes y docentes en su participación; 2) programar una jornada de evaluación en una fecha diferente al cierre del proyecto y en un horario que no compita con actividades curriculares o recreativas de la institución; 3) considerar que los participantes estén de manera voluntaria en algunas actividades y que el grupo sea más reducido para una mayor integración y compromiso; y 4) continuar trabajando temáticas en las que los estudiantes puedan contrastar contenidos científicos con fenómenos de actualidad, que les permita conocer de cerca la labor de instituciones relevantes en la ciudad y el quehacer de diversos profesionales. ◆

Conflicto de intereses

Los autores manifiestan no tener conflicto de intereses.

Agradecimientos

Agradecemos a Colciencias, hoy Minciencias, por el financiamiento de este proyecto, a través del fortalecimiento de programas y proyectos de investigación en ciencias médicas y de la salud con talento joven e impacto regional.

Referencias

Bourdrel, T., Bind, M. A., Béjot, Y., Morel, O., y Argacha, J. F. (noviembre, 2017). Cardiovascular effects of air pollution. *Archives of Cardiovascular Diseases, 110*(11), 634-642. doi: 10.1016/j.acvd.2017.05.003

Congreso de Colombia. (s. f.). *Ley 115 de 1994*. Recuperado de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=292

Demarini, D. M. (abril, 2012). Declaring the existence of human germ-cell mutagens. *Environmental and Molecular Mutagenesis, 53*(3), 166-172. doi: 10.1002/em.21685

Echeverry-Mejía, J., Castaño, M., y Domínguez, E. (2013). *Apropiación social del conocimiento. El papel de la Comunicación*. Colombia: Universidad de Antioquia.

Fiordelisi, A., Piscitelli, P., Trimarco, B., Coscioni, E., Iaccarino, G., y Sorriento, D. (16 de marzo de 2017). The mechanisms of air pollution and particulate matter in cardiovascular diseases. *Heart Failure Reviews, 22*(3), 337-347. doi: 10.1007/s10741-017-9606-7

Hoyos, N. (2002). La Apropiación Social de la Ciencia y la Tecnología: una urgencia para nuestra región. *Revista Interciencia. 27*(2), 53.

International Agency for Research on Cancer. (2014). *Diesel and Gasoline Engine Exhausts and Some Nitroarenes* (Vol. 15). Francia: Autor.

Kim, D., Chen, Z., Zhou, L. F., y Huang, S. X. (junio, 2018). Air pollutants and early origins of respiratory diseases. *Chronic Diseases and Translational Medicine, 4*(2), 75-94. doi: 10.1016/j.cdtm.2018.03.003

Kurt, O. K., Zhang, J., y Pinkerton, K. E. (2016). Pulmonary Health Effects of Air Pollution. *Current opinion in pulmonary medicine, 22*(2), 138-143. doi: 10.1097/MCP.0000000000000248

Ma, T. H., Cabrera, G. L., Chen, R., Gill, B. S., Sandhu, S. S., Vandenberg, A. L., y Salamone, M. F. (1994). Tradescantia micronucleus bioassay. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis, 310*(2), 221-230. doi: 10.1016/0027-5107(94)90115-5

Retana-Alvarado, D. A., De las Heras-Pérez, M. Á., Vásquez-Bernal, B., y Jiménez-Pérez, R. (2018). El cambio en las emociones de maestros en formación inicial hacia el clima de aula en una intervención basada en investigación escolar. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 15*(2). doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i2.2602

Varela-Losada, M., Pérez-Rodríguez, U., Álvarez-Lires, F. J., y Álvarez-Lires, M. M. (2014). Desarrollo de competencias docentes a partir de metodologías participativas aplicadas a la educación ambiental. *Formación universitaria, 7*(6), 27-36. doi: 10.4067/S0718-50062014000600004

Vásquez-Alonso, Â., y Manassero-Mas, M. (2011). El descenso de las actitudes hacia la ciencia de chicos y chicas en la educación obligatoria. *Ciencia y Educação, 17*(2), 249-268.