



Medición de gases efecto invernadero (GEI) en instituciones educativas: una oportunidad para la consolidación de planes de gestión ambiental

Measurement of greenhouse gases (GHG) in educational institutions: An opportunity for the consolidation of environmental management plans

Elkin Mendoza-Mendoza¹

¹Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Bogotá-Colombia; email: emendoza@udca.edu.co

Cómo citar: Mendoza-Mendoza, E. 2024. Medición de gases efecto invernadero (GEI) en instituciones educativas: una oportunidad para la consolidación de planes de gestión ambiental. *Novum Ambiens*. 2(2):e2791. <http://doi.org/10.31910/novamb.v2.n2.2024.2791>

Artículo de acceso abierto publicado por Novum Ambiens, bajo una Licencia Creative Commons CC BY-NC 4.0

Publicación oficial de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, Institución de Educación Superior Acreditada de Alta Calidad por el Ministerio de Educación Nacional.

Recibido: 14 de febrero de 2024

Aceptado: 14 de febrero de 2025

Editado por: Oscar Luis Pyszczek

RESUMEN

El presente artículo de divulgación es resultado de un proceso de revisión documental con respecto a las emisiones de gases de efecto invernadero GEI y la consolidación de planes de gestión ambiental en instituciones educativas. Dado esto, se aborda el cambio climático como un fenómeno global acentuado por las emisiones de GEI, derivadas de actividades humanas, que impactan negativamente la biodiversidad y el bienestar humano, de manera significativa. Ante esta realidad es crucial que las organizaciones implementen estrategias efectivas para gestionar y mitigar estos cambios, específicamente, para instituciones educativas, en las que se pueden implementar planes de gestión, para minimizar el impacto ambiental, a la vez, que se fomenta la educación ambiental en la formación de estudiantes. Para el desarrollo de los planes de gestión es necesario considerar los métodos existentes de cuantificación de GEI, que permiten consolidar un insumo relevante de diagnóstico, como son los Inventarios de GEI, para así definir las acciones pertinentes hacia el logro de metas, para consolidarse como una organización sustentable y sostenible.

Palabras clave: Cambio climático; Cuantificación de gases; Instituciones educativas; Plan de gestión socioambiental; Sostenibilidad.

ABSTRACT

This article results from a documentary review process regarding greenhouse gas emissions GHG and the consolidation of environmental management plans in educational institutions. Given this, climate change is addressed as a global phenomenon exacerbated by Greenhouse Gas (GHG) emissions, derived from human activities, which significantly impact biodiversity and human well-being. Considering this reality, organizations must implement effective strategies to manage and mitigate these changes, particularly in educational institutions, where management plans can be implemented to minimize environmental impact while promoting environmental education in student training. To develop management plans, it is necessary to consider existing GHG quantification methods that provide relevant diagnostic input, such as GHG Inventories. These allow the definition of appropriate actions to achieve sustainability goals and establish the organization as sustainable and environmentally responsible.

Keywords: Climate change; Environmental education; Environmental management; Gas quantification; Sustainability.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático implica que, a escala mundial, nacional, departamental y local, surjan acciones para mitigar los gases efecto invernadero (GEI), responsables de los cambios en el sistema climático que se experimenta y que comprometen la existencia de diferentes especies, a la vez, que influyen en la salud y el bienestar del ser humano. En este sentido, la gestión del cambio climático resulta importante para las organizaciones públicas y privadas, dado el riesgo de que cambios en los parámetros climáticos puedan afectar a las personas y el ambiente, específicamente, por la transición a un nuevo clima.

Las actividades antropogénicas han tenido un impacto en la naturaleza y, asimismo, en el planeta Tierra, por lo que la realización de inventarios de GEI, así como de huella de carbono para organizaciones, resulta determinante para identificar mecanismos de acción, que posibiliten la reducción de GEI y, simultáneamente, se propicie la evolución de entidades caracterizadas por la sostenibilidad y sustentabilidad. Si bien, el cambio climático es un proceso natural, se ha visto acentuado por los gases emitidos por actividades antrópicas, lo cual, requiere que se evalúen las emisiones y se implementen acciones para reducir el impacto ambiental, en tanto influye en diferentes factores, como son aire, agua, suelo y biodiversidad.

La problemática del incremento en la concentración de GEI en el planeta ha generado espacios y recomendaciones para mitigarlos, como el desarrollo de la cumbre de Estocolmo, sobre el desarrollo social y económico; la cumbre de Kioto, acerca del cambio climático; la cumbre del 2010 de las Naciones Unidas, para determinar los objetivos del milenio; la cumbre mundial de la energía del futuro, llevada a cabo en Abu Dabi y la Cumbre de Río, que se enfocó en desarrollo sostenible (Eschenhagen, 2006).

Algunas de las convenciones que han surgido en temática ambiental refieren sobre diversidad biológica, comercio internacional de especies amenazadas de flora y fauna, la protección de la capa de ozono (ONU, 1985) y el Protocolo de Montreal (ONU, 2020), la convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (ONU, 1992), el Protocolo de Kioto (ONU, 1998) y la convención de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes (2001). Estas cumbres y convenciones plantean actividades encaminadas a la sostenibilidad de la vida a partir del desarrollo en avances científicos y tecnológicos. Esto, se evidencia en la generación de fuentes de energías renovables y mejoras en los sistemas de transporte que, tanto en producción como en consumo de energía, son las principales fuentes de emisiones hacia la atmósfera.

Colombia, presenta el desafío de ir en este derrotero de mitigar el impacto ambiental que tienen las emisiones, implementando fuentes de energía que reduzcan las emisiones de GEI, compromiso que implican acciones, a nivel local y regional. Esto, se encuentra relacionado en el documento de Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia, en tanto que allí se plantea abordar la protección del agua, ecosistemas y biodiversidad, la economía circular y, específicamente, establece para el 2030,

un máximo de emisiones de 169,44 millones de toneladas, equivalentes de CO₂. Esta labor, también se debe realizar con los entes públicos y privados, de forma que se desarrollen políticas al respecto y se planteen proyectos, que permitan alcanzar dicho objetivo, cuestiones que se abordan en los objetivos nacionalmente determinados (Minambiente, 2020).

Dado lo anterior, las instituciones educativas, en articulación con los objetivos nacionalmente determinados, están en la posibilidad de ser referentes organizacionales en sostenibilidad y sustentabilidad ambiental, cuestión que trasciende en la formación de estudiantes y que se presenta como nicho de cambio para impactar, no solo desde lo local sino, también, de la sociedad y, aún más, cuando estos procesos se potencian a partir de la educación transmitida desde los colegios y, luego, se fortalezca en la formación universitaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación desarrollada y que da paso al presente artículo divulgativo es de carácter cuali-cuantitativo, en tanto que, una de las herramientas que se usan son los inventarios de GEI, los cuales, permiten identificar, tanto las fuentes de emisiones como determinar sectores en los que hay una mayor incidencia de gases. A partir de dicha información, se hace posible la elaboración de un plan de gestión socioambiental PGSA, orientado a la mitigación de GEI y se planteen mecanismos y estrategias que puedan ayudar a reducir las emisiones liberadas en instituciones educativas. Este carácter cuantitativo se relaciona con la recolección de datos, que resultan de la medición de variables con métodos y procedimientos avalados por investigadores, como las de Baptista Lucio *et al.* (2014). Dentro de los métodos que generalmente se usan para la cuantificación de GEI se encuentran los factores de emisión, planteados por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático.

La revisión de literatura tuvo lugar a partir de la consulta de artículos seleccionados con las palabras clave “sustainable schools” “assessment of greenhouse gases” y “environmental management plan” o sus equivalentes en español “colegios sustentables” “evaluación de gases efecto invernadero” y “plan de gestión ambiental”; esta búsqueda se delimitó con base en el año de publicación, que debía corresponder a los últimos cinco años.

Como parte de las técnicas usadas en el estudio fueron:

- Técnica documental: recolección de información sobre inventarios y fuentes de emisión móviles o fijas.
- Técnica observacional de campo- observación sistemática: inventario de emisiones de GEI en la institución educativa.

RESULTADOS

Planes de gestión en instituciones educativas. A partir de la revisión documental con respecto a los planes de gestión en instituciones educativas, se evidencian diferentes aspectos, que son abordados y que se sintetizan en la nube de palabras (Figura 1).



Figura 1. Nube de palabras para actividades ambientales. Elaborada con apoyo del software NubeDePalabras.es disponible en: <https://www.nubedepalabras.es>

De acuerdo con la nube de palabras respecto a actividades ambientales que se incluyen en los PGSA, se encuentra la reducción en la generación de residuos, el mantenimiento de equipos, actualización de luminarias, desarrollo de actividades de seguimiento y control respecto al uso de papel, agua, energía, actividades de compost, capacitaciones y campañas en temáticas ambientales, instalaciones de sensores para optimizar equipos y el consumo eficiente de energía, siembra de árboles, implementación de prácticas ambientales, adopción de tecnologías que reducen impacto ambiental, establecimiento de indicadores de gestión para facilitar el control y seguimiento, además de las oportunidades de mejora plasmadas en planes de acción.

Cada uno de los aspectos abordados en los planes de gestión se encuentran relacionados con las emisiones de GEI generados por las

instituciones y que, por tanto, impactan al ambiente; sin embargo, no siempre se encuentran cuantificados y esta es una de las razones principales por las que se requiere de métodos para identificar y medir las emisiones que libera una organización.

Dentro de los objetivos principales de las instituciones educativas al cuantificar las emisiones de GEI es alcanzar el carbono neutralidad o desarrollar planes de gestión, que tienen por objetivo mitigar su impacto ambiental. En la figura 2, se identifica la estructura principal de los planes de gestión ambiental en instituciones educativas y que permite contrastar cuáles tópicos han sido de mayor relevancia en los planes de gestión ambiental, que fueron objeto de revisión.



Figura 2. Nube de palabras para estructura de planes de gestión ambiental (PGA). Elaborada con apoyo del software NubeDePalabras.es disponible en: <https://www.nubedepalabras.es>

A partir de la revisión en planes de gestión ambiental se evidencia que, generalmente, están estructurados a partir de planes de acción, programas de gestión ambiental con relación a residuos sólidos, ahorro y uso eficiente de agua y energía, planes para reducir emisiones de GEI, mitigación de residuos sólidos, procesos de sensibilización a personal y estudiantes respecto a educación ambiental, así como de prácticas ambientales. Dentro de la estructura de varios documentos se encuentra articulado con la ISO 14001, en tanto, se parte de un diagnóstico ambiental, en el que se identifican aspectos e impactos ambientales, de tal forma que dan lugar al diseño de los planes y programas correspondientes.

Algunos de los elementos comunes en los planes de gestión socioambiental son introducción, objetivos, diagnóstico ambiental (aspectos e impactos), programas, planes de acción y establecimiento de metas e indicadores de desempeño, que permiten realizar el control y el seguimiento.

Métodos de cuantificación de GEI. Al considerar la revisión de planes de gestión ambiental, especialmente los asociados a emisiones se identifican que, dentro de los métodos utilizados para la cuantificación de GEI, son:

Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol). El GHG Protocol, desarrollado por el World Resources Institute (WRI) y el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), es una de las metodologías más utilizadas, a nivel mundial; este protocolo proporciona un marco estandarizado para la contabilidad y el reporte de emisiones de GEI, en organizaciones y proyectos (WRI & WBCSD, 2021).

Según el protocolo, las emisiones se clasifican en tres alcances:

- Alcance 1: Emisiones directas provenientes de fuentes que pertenecen o son controladas por la organización.
- Alcance 2: Emisiones indirectas derivadas del consumo de electricidad, calor o vapor adquirido por la organización.
- Alcance 3: Otras emisiones indirectas generadas a lo largo de la cadena de valor, incluyendo, transporte, viajes de negocio, residuos y proveedores (WRI & WBCSD, 2021).

Norma ISO 14064 (ISO, 2006). Esta norma establece principios y requisitos para la cuantificación, monitoreo y reporte de las emisiones y remociones de GEI y se compone de tres partes:

- ISO 14064-1: Aplicada a organizaciones, proporciona directrices para el desarrollo de inventarios de GEI.
- ISO 14064-2: Relacionada con proyectos, establece procedimientos para cuantificar y reportar reducciones de emisiones.
- ISO 14064-3: Enfocada en la verificación y validación de declaraciones relacionadas con GEI

Metodología PAS 2050. Esta metodología desarrollada por el British Standards Institution (BSI), proporciona un marco para la cuantificación de la huella de carbono de productos y servicios a lo largo de su ciclo de vida. Su aplicación permite a las empresas evaluar el impacto ambiental de sus bienes y tomar medidas para reducirlo (BSI, 2011).

Metodología del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). El IPCC establece metodologías de referencia para la estimación de emisiones de GEI, a nivel nacional y organizacional, para lo cual, también define el alcance de las cuantificaciones, tal como se encuentra establecido por el GHG Protocol. Como parte de las directrices del IPCC, se encuentran las siguientes:

- Directrices IPCC 2006 para Inventarios Nacionales de GEI: Proporcionan metodologías para cuantificar emisiones en sectores como la energía, procesos industriales, agricultura, uso de la tierra y desechos.
- Factores de Emisión IPCC: Valores estandarizados para estimar emisiones en distintos sectores económicos y procesos industriales (IPCC, 2022)

Para la medición de emisiones en Colombia, se pueden aplicar los métodos anteriores tal como ya se ha realizado en el inventario de emisiones del 2012 para el país, en el que se adoptaron las directrices del IPCC; sin embargo, como herramientas se encuentran la calculadora de huella de carbono, de la Unidad de Planeación Minero-Energética y del Ministerio de Ambiente; la primera, se encuentra asociada a factores de emisión específicos para Colombia, que fueron actualizados en 2015, a partir de estudios realizados en la consultoría técnica para el fortalecimiento y la mejora de las bases de datos de factores de emisión de los combustibles fósiles colombianos – FECOC; sin embargo, el método utilizado por la calculadora de huella de carbono de la UPME no permite obtener la cuantificación de las emisiones en CO₂ equivalente (e), por lo que, a partir de la información del IPCC, se obtuvieron los datos de Potencial de Calentamiento Global (*Global Warming Potential*), para cada uno de los gases y se realizaron los cálculos para obtener las emisiones en CO₂e.

DISCUSIÓN

De acuerdo con los métodos de cuantificación de GEI, se evidencia que el IPCC, GHG Protocol, el PAS 2050 y según la ISO 14064, utilizan factores de emisión generales, lo cual, repercute en el grado de incertidumbre para la cuantificación de emisiones, a nivel nacional y local. Es por esto, por lo que la implementación de factores locales permite una mayor certeza de los datos, a la vez, que son confiables y comparables con otros estudios realizados en el país.

Otra de las diferencias en cuanto a la realidad del país y de los estándares internacionales en la cuantificación mediante factores de emisiones, se deba a que la mayor parte de obtención de energía es por hidroeléctricas, mientras que para los factores de emisión

del GHG Protocol y del IPCC están mayormente establecidos por un mix energético, en el que la predominancia es de combustibles fósiles. Estas variables pueden influir significativamente en la estimación de emisiones de organizaciones y, en específico, para instituciones educativas.

Por otra parte, el gobierno colombiano ha establecido compromisos concretos en su Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC), con el objetivo de reducir en un 51 % las emisiones de GEI, para el 2030 (Minambiente, 2020), por lo que el uso de factores de emisión del país posibilita una mayor certeza en los procesos de seguimiento para alcanzar las metas establecidas en mitigar emisiones, a nivel nacional y local.

En cuanto a la implementación de métodos para cuantificación de emisiones nacionales, permite que los diferentes sectores se encuentren en condiciones de realizar comparaciones en los resultados obtenidos en emisiones de GEI y, a su vez, identifiquen oportunidades de mejora continua en la mitigación de GEI e, incluso, en el objetivo de alcanzar la carbono neutralidad.

A nivel de instituciones educativas, el trabajo con factores de emisión de Colombia y la implementación de planes de gestión socioambiental, posibilita que se consoliden espacios de investigación para los estudiantes y de llevar a cabo actividades de educación ambiental, que responden a las necesidades y los desafíos del contexto, es decir, de la transición a un nuevo clima y las adaptaciones necesarias para hacer frente al mismo.

En definitiva, el uso de factores de emisión nacionales hace posible mayor certidumbre de los resultados, confiabilidad de los datos, el contraste con sectores similares que liberan emisiones y que desarrollan planes de mitigación, así como la articulación con los objetivos y normatividad establecidos por el gobierno.

REFERENCIAS

- BAPTISTA LUCIO, P.; FERNÁNDEZ COLLADO, C.; HERNÁNDEZ SAMPIERI, R. 2014. Metodología de la Investigación. Sexta edición. McGraw-Hill/Interamericana Editores. 634p.
- BRITISH STANDARDS INSTITUTION, BSI. 2011. PAS 2050:2011 - Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services. Department for Business Innovation & Skills. 38p. Disponible desde Internet en: <https://biolatina.com/wp-content/uploads/2018/08/PAS2050.pdf>
- ESCHENHAGEN, M.L. 2006. Las cumbres ambientales internacionales y la educación ambiental. OASIS. 12:39-76.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, IPCC. 2006. 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Disponible desde Internet en: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, IPCC. 2022. Climate Change 2022 - Impacts, adaptation, and vulnerability. Working group II contribution to the Sixth Assessment Report of The Intergovernmental Panel on Climate Change. University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, ISO. 2006. Greenhouse gases — Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals. Disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14064:-1:ed-1:v1:es>
- MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, MINAMBIENTE. 2020. Actualización de la contribución determinada a nivel nacional de Colombia (NDC). 112p. Disponible desde Internet en: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/informe-actualizacion-contribucion-determinada-Colombia-ndc-2020.pdf>
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS, ONU. 1985. Acta final de la Conferencia de plenipotenciarios sobre la protección de la capa de ozono. Estados Unidos. 234p.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS, ONU. 1992. Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. 27p.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS, ONU. 1998. Protocolo de Kyoto de la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio Climático. 25p.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS, ONU. 2001. Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes. 60p.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS, ONU. 2020. Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono. 917p.
- WORLDRESOURCESINSTITUTE, WRI; WORLDBUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT, WBCSD. 2021. Greenhouse Gas Protocol. The global standard for companies and organizations to measure and manage their GHG emissions and become more efficient, resilient and prosperous.