

2018-01-01

Dióxido de carbono y calentamiento climático global: un tema para introducir en la escuela colombiana

Monica Zuleta

Universidad de Antioquia, monica.zuleta@udea.edu.co

Volker Heck

Universidad de Siegen, heck@geographie.uni-siegen.de

Martin Groeger

Universidad de Siegen, groeger@chemie.uni-siegen.de

Marc Thiessenhusen

Universidad de Siegen, thiessenhusen@chemie-bio.uni-siegen.de

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/ap>

Citación recomendada

Zuleta, M., V.Heck, M.Groeger, y M.Thiessenhusen. (2018). Dióxido de carbono y calentamiento climático global: un tema para introducir en la escuela colombiana. *Actualidades Pedagógicas*, (72), 203-223.
doi:<https://doi.org/10.19052/ap.5205>

This Artículo de Investigación is brought to you for free and open access by the Revistas científicas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Actualidades Pedagógicas by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

Dióxido de carbono y calentamiento climático global: un tema para introducir en la escuela colombiana

Mónica Zuleta

Universidad de Antioquia, Colombia.
monica.zuleta@udea.edu.co

Volker Heck

Universidad de Siegen, Alemania.
heck@geographie.uni-siegen.de

Martin Groeger

Universidad de Siegen, Alemania.
groeger@chemie.uni-siegen.de

Marc Thiessenhusen

Universidad de Siegen, Alemania.
thiessenhusen@chemie-bio.uni-siegen.de



Resumen: Garantizar el futuro de la vida en el planeta es una tarea de todos. Por ello, es necesario implementar medidas urgentes que garanticen la sostenibilidad. En esa tarea la escuela, como espacio formador de ciudadanos, desempeña un rol importante. En Colombia, a diferencia de Alemania, problemáticas como la contaminación y el cambio climático ocupan un lugar de poca relevancia en los contenidos de la educación primaria. Responder al cuándo, al qué y al cómo incluir las problemáticas ambientales en los currículos escolares demanda un diagnóstico que permita reconocer cómo se están formando los escolares en estos temas, a la vez que aporte bases para el desarrollo de modelos didácticos orientados a la comprensión de los efectos en su entorno inmediato.

Palabras clave: educación ambiental, cambio climático, educación en desarrollo sostenible, educación comparada, enseñanza primaria.



Recibido: 12 de enero de 2018
Aceptado: 18 de marzo de 2018

Cómo citar este artículo: Zuleta, M., Heck, V., Groeger, M. y Thiessenhusen, M. (2018). Dióxido de carbono y calentamiento climático global: un tema para introducir en la escuela colombiana. *Actualidades Pedagógicas*, (72), 203-223. doi: <https://doi.org/10.19052/ap.5205>



Carbon dioxide and global climate warming: A topic to be introduced in Colombian schools

Abstract: Guaranteeing the future of life on the planet is everyone's task. Therefore, it is necessary to implement urgent measures that ensure sustainability. In this task, schools, as a space for citizen formation, play an important role. In Colombia, unlike in Germany, problems such as pollution and climate change have little relevance in primary education contents. To answer questions on what, when, and how to include environmental issues in school curricula, it is necessary to make a diagnosis that allows recognizing how schoolchildren are being trained in these issues, while providing bases for the development of pedagogical models aimed at understanding the effects on their immediate environment.

Keywords: environmental education, climate change, education in sustainable development, comparative education, primary education.



Dióxido de carbono e aquecimento climático global: um tema a ser introduzido na escola colombiana

Resumo: Garantir o futuro da vida no planeta é uma tarefa de todos. Por isso, é necessário implementar medidas urgentes que garantam a sustentabilidade. Nessa tarefa a escola, como espaço formador de cidadãos, desempenha um papel importante. Na Colômbia, à diferença da Alemanha, problemáticas como a contaminação e a mudança climática ocupam um lugar de pouca relevância no conteúdo da educação primária. Responder ao quando, ao que e ao como incluir as problemáticas ambientais nos currículos escolares demanda um diagnóstico que permita reconhecer como estão se formando os escolares nestes temas, ao mesmo tempo que contribua com bases para o desenvolvimento de modelos didáticos orientados à compreensão dos efeitos em seu entorno imediato.

Palavras chave: educação ambiental, mudança climática, educação em desenvolvimento sustentável, educação comparada, educação primária.



Introducción

Antes de abordar el tema del dióxido de carbono (CO₂) y el calentamiento climático global, es necesario mencionar algunos aspectos básicos y contextuales que se deben tener en cuenta al momento de incorporarlos en el plan de contenidos de la escuela colombiana.

Teniendo en cuenta el progresivo deterioro del medio ambiente en el mundo, que constituye un riesgo para la vida y la supervivencia de muchas especies en el planeta, se firma la *Agenda 2030* que propone como uno de sus objetivos “adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos” (Organización de las Naciones Unidas [ONU] y Comisión Económica para América Latina y el Caribe [Cepal], 2016, p. 33). La *Agenda 2030* contempla, como una línea de trabajo, el diseño de estrategias para disminuir las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) causadas principalmente por actividades antrópicas que inciden en el incremento del “efecto invernadero” y en el deterioro en la calidad del aire (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2014) en el planeta.

Dentro de los principales GEI se encuentran el metano, el CO₂, el vapor de agua, el óxido de nitrógeno, el hidrofluorocarburo, el perfluorocarburo y el hexafluoruro de azufre. Sin embargo, se considera que las altas concentraciones de CO₂ y de metano en la atmósfera son las que más inciden en el fenómeno del calentamiento.

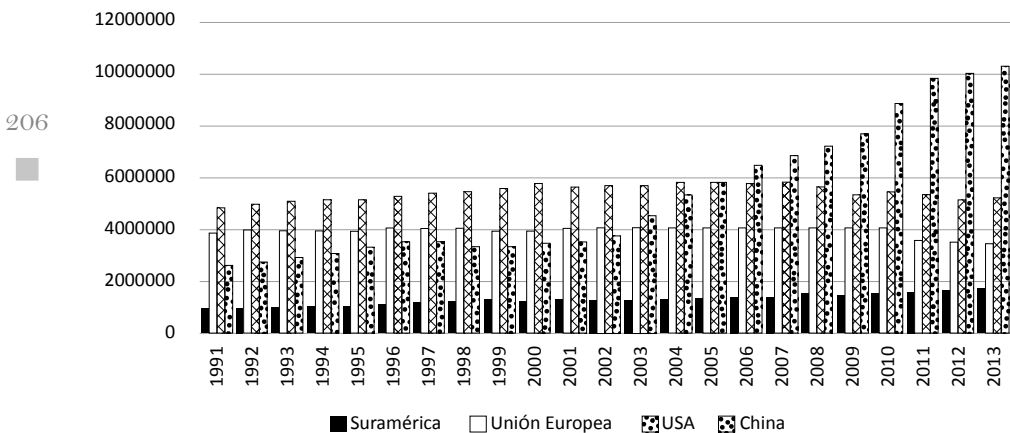
Es evidente que la creciente demanda y consumo de energía; el aumento del empleo de tecnologías dependientes de recursos fósiles como combustible para la producción de bienes de consumo y transporte; el crecimiento exponencial y desordenado de la población mundial y, con ello, el incremento caótico y autodestructivo de sus demandas de alimentación, vivienda, energía y bienes de consumo, están conduciendo a un incremento en la concentración de GEI en la atmósfera.

Entre las actividades que más emiten GEI a la atmósfera, según el Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2007), están: la combustión de recursos fósiles (56,6%), la deforestación y pérdida de biomasa en suelos (17,3%) y las actividades derivadas de procesos industriales (14,3%). En

Colombia en el 2014, según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2017), las principales ramas de actividad que registraron un valor mayor de emisiones de GEI fueron la agricultura y la industria; a su vez, dentro de las actividades agrícolas se destacaron aquellas vinculadas a las actividades ganaderas.

En la figura 1 se ilustra el porcentaje a nivel mundial de emisiones de CO₂ generadas entre 1991 y el 2013 por la quema de combustibles fósiles, la fabricación del cemento y el CO₂ producido durante el consumo de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos. La muestra corresponde a las emisiones de los más grandes productores y exportadores a nivel mundial: Estados Unidos y China, y al CO₂ generado por dos bloques de países comerciales: Suramérica y la Unión Europea.

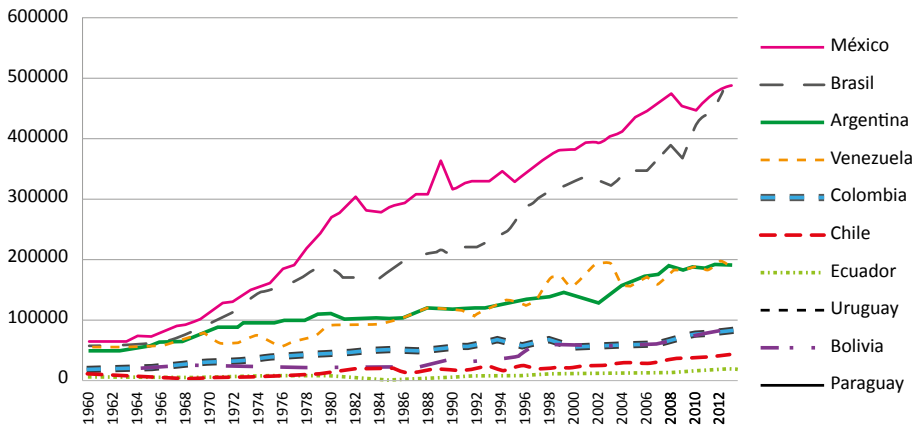
Figura 1. Emisiones de dióxido de carbono en kilo/toneladas entre 1991 y el 2013



Fuente: Centro de Análisis de Información sobre dióxido de carbono, División de Ciencias Ambientales del Laboratorio Nacional de Oak Ridge (Tennessee, Estados Unidos) (s. f.).

Si bien Suramérica muestra bajas emisiones de CO₂, preocupan los costos futuros asociados a su crecimiento económico, basado en el aumento de sus exportaciones de materias primas, especialmente a países asiáticos (Quenan y Velut, 2014), lo cual está generando una mayor explotación de sus recursos naturales, así como un aumento en las emisiones de GEI. En la figura 2 se representa la relación entre el aumento de emisiones de CO₂ asociado a momentos de auge económico en la región suramericana durante el periodo 1960-2012.

Figura 2. Cálculo de emisiones totales de dióxido de carbono para Suramérica para el periodo 1960-2012



Fuente: Centro de Análisis de Información sobre dióxido de carbono, División de Ciencias Ambientales del Laboratorio Nacional de Oak Ridge (Tennessee, Estados Unidos) (s. f.).

El auge económico actual está generando un nuevo ordenamiento regional representado en nuevas asociaciones comerciales, como la Cooperación Económica para Asia-Pacífico (Asia Pacific Economic Cooperation [APEC]), conformada por Perú, Chile y México; y la Alianza del Pacífico, creada en el 2011 por Chile, Colombia, México y Perú. Estas asociaciones, además de impulsar acuerdos de libre comercio entre los miembros, impulsan grandes proyectos de infraestructura vial, desde el Atlántico hasta el Pacífico, con el propósito de fortalecer la competitividad regional, como es el caso del programa Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Suramericana (IIRSA) (Quenan y Velut, 2014).

Dióxido de carbono y calentamiento global: un tema a introducir en la educación primaria

Uno de los lineamientos curriculares del Ministerio de Educación Nacional (MEN, 1998) para la educación primaria refiere “[propiciar un] [...] mayor acercamiento de la escuela a los problemas que afectan su entorno cercano, la nación y el planeta, posibilitando mayor compromiso con el mundo en que vivimos” (p. 3). En este sentido, el calentamiento global, sus causas y consecuencias, como un problema que afecta el entorno, debería ser un

tema dentro del currículo escolar. Sin embargo, tanto en Colombia como en Alemania, el tema sobre el CO₂ y el cambio climático ocupa un lugar de poca relevancia en los contenidos de la educación primaria (Menzer, 2016). Aunque en Alemania estos temas están siendo contemplados lentamente dentro de los currículos.

Es así que la escuela alemana viene implementado diferentes estrategias a través de la construcción de modelos didácticos y de su implementación en laboratorios escolares (*Schülerlabor*), dentro y fuera del aula, como es el caso del proyecto Zdi-Schülerlabore, dirigido a estudiantes de primaria y secundaria e impulsado desde la Universidad de Siegen (Zdi-Zentrum Regionalinitiative MINT Siegen-Wittgenstein, 2015), con el fin de fomentar la investigación en las ciencias naturales y exactas y fortalecer una conciencia sustentable del individuo desde su formación temprana.

Reconocer qué se debe saber y qué se debe enseñar en la educación básica y media ha sido un tema de discusión de todo sistema educativo, especialmente en las carreras universitarias que impactan en la escuela (como las licenciaturas y los programas de ciencias sociales y naturales), en los gremios de maestros, en las asociaciones de padres de familia y en las oficinas estatales que regulan la educación, tanto básica como superior. De aquí deriva otra pregunta en torno al grado escolar en que se debe empezar a introducir al niño en la problemática ambiental del planeta y de su entorno. No se puede desconocer que cada vez más, tanto desde los medios de comunicación como desde el espacio familiar y social, los niños están siendo confrontados tempranamente con problemáticas globales, con el agravante de que los medios de comunicación colombianos adolecen de un alto déficit de procesos de normalización en materia de especialización periodística sobre la problemática ambiental, lo cual incide negativamente en la construcción de una opinión pública que cultive una formación ambiental y geográfica basada en las ciencias, no en la especulación.

Responder al qué, al cómo y al cuándo, demanda un diagnóstico que posibilite reconocer aspectos de la formación de los escolares en torno al tema y permita brindar bases para el desarrollo de modelos sencillos que acerquen al alumno al tema del calentamiento global. Los modelos, a su vez, son una puerta abierta para la comprensión del conocimiento científico; son esenciales para el aprendizaje, en cuanto facilitan el proceso de construcción del conocimiento y su asociación con el entorno real (Grosslight *et al.*, 1991; Leisner, 2006).

En coherencia con lo planteado, como herramienta de diagnóstico se diseñó y desarrolló una encuesta cuyo tema fue el CO₂; valga decir que dicha encuesta fue realizada en Colombia y en Alemania.

Descripción metodológica del instrumento de encuesta

Como parte de los soportes de este resultado parcial de investigación, a mediados del 2016 se construyó y aplicó una encuesta en cooperación con la Universidad de Siegen y la Universidad de Antioquia. Esta se empleó como un instrumento de diagnóstico, con el fin de conocer dónde aprendían, qué conocían y hasta qué imaginaban los escolares sobre el tema del CO₂; asimismo, buscó identificar la relación hecha por parte de los escolares entre el concepto y su entorno inmediato. Cabe advertir que los resultados se constituyen en un apoyo esencial para el desarrollo de modelos didácticos. Las encuestas en Colombia fueron realizadas durante el trabajo de campo de investigación posdoctoral de la profesora Mónica Zuleta.

Metodológicamente, la encuesta respondió a un enfoque comprensivo; con este se busca valorar la capacidad de concebir la realidad, tanto en conceptos (elementales) como en percepciones fácticas orientadas a la puesta en escena de los problemas y su solución. La encuesta aplicada en Colombia corresponde a la aplicada en el trabajo de Menzer (2016) en una escuela de primaria de la región del Estado Federado de Renania Westfalia del Norte (NRW). Los resultados de la encuesta en Alemania sirvieron de comparación con los obtenidos en Colombia y fueron aportados por M. Gröger y el M. Thiessenhusen.

Adicionalmente, para el análisis de la encuesta —en Colombia— se tuvieron en cuenta los conceptos impartidos en el aula y las correspondientes respuestas de los escolares. Estas últimas se clasificaron, para la evaluación cualitativa, en categorías y subcategorías. También se tuvieron en cuenta tanto ideas como palabras clave (Mayring, 2003). Se resalta que la distribución inicial de categorías y subcategorías aplicadas en la escuela alemana fueron adaptadas y ajustadas para el análisis de la encuesta realizada en Colombia.

Con respecto a los tiempos de aplicación de la encuesta, en Colombia esta tuvo lugar entre julio y agosto del 2016; fue implementada en grupos focales de niños de los grados segundo a quinto de educación primaria de tres escuelas del departamento de Antioquia. Por su parte, en Alemania se

aplicó entre el 2015 y el 2016 a grupos focales de niños de los grados tercero y cuarto, que corresponden a los últimos grados de educación primaria.

En relación con el número, en Colombia fueron encuestados 86 escolares del grado segundo, 88 del grado tercero, 98 del grado cuarto y 130 escolares del grado quinto; en Alemania fueron encuestados 53 escolares del grado tercero y 64 del grado cuarto.

En lo concerniente a la encuesta como tal, en Colombia se configuró con las siguientes preguntas y su respectiva clasificación:

Pregunta 1: ¿Has escuchado alguna vez sobre dióxido de carbono (CO₂)? Se clasificó en Sí, No, No responde/no recuerda.

Pregunta 2: Si tu respuesta es afirmativa, indícanos dónde has escuchado sobre dióxido de carbono (tabla 1).

Tabla 1. Preguntas 1 y 2

Categorías	Descripción y subcategorías
Hogar y entorno cercano	Referencia al hogar, amigos y entorno cercano
Escuela/clase	Referencia a la escuela, salón de clase, curso o profesor. Se distribuyó en subcategorías: clase en general, si se nombraba un curso específico
Medios de comunicación	Referencia a TV, radio, periódicos, revistas, Internet, noticias, etc.
Sin referencia a la pregunta	Referencias no relacionadas con la pregunta

Fuente: elaboración propia.

Pregunta 3: ¿Qué te imaginas que es el dióxido de carbono (CO₂)? (tabla 2).

Tabla 2. Pregunta 3

Categoría	Descripción y subcategorías
Referencia a los órganos de los sentidos	Asociado a la percepción a través de órganos de los sentidos. Se subcategorizó en: visibilidad, color, olor, tacto, sabor
Estado de la materia	Se subcategorizó en gaseoso, líquido, sólido
Estructura química o molecular	Referente a su estructura molecular
Actividad cotidiana	Referencia a una situación cotidiana
Toxicidad y daño	Referente a su grado de toxicidad o daño, se clasificó en: dañino para la vida, no necesario para la vida en el planeta
Referencia al aire	Referente a la atmósfera o, específicamente, al aire

Fuente: elaboración propia.

Pregunta 4: ¿Cómo crees que se origina el dióxido de carbono (CO_2)? (tabla 3).

Tabla 3. Pregunta 4

Categoría	Descripción y subcategorías
Por procesos asociados al tráfico vehicular	Asociado a diferentes medios de transporte: autos, buses, trenes, etc.
Como parte de la atmósfera	Aire o componente del aire
Por procesos de quema o combustión	Referencia a quemas o incendios
Por procesos biológicos	Asociado a procesos biológicos; asociado a los hombres, animales o plantas
Por procesos industriales	Asociado a procesos industriales
Por fenómenos asociados a la tierra	Asociado a actividad volcánica
No sabe/no responde	No sabe/no responde

Fuente: elaboración propia.

Pregunta 5: Escribe algunas palabras o ejemplos que para ti se relacionen con la palabra dióxido de carbono (CO_2) (tabla 4).

Tabla 4. Pregunta 5

Categoría	Descripción y subcategorías
En referencia a sus propiedades físicas o químicas	Asociado al estado de la materia o a su constitución molecular o química
Referencia a hombres, animales o plantas	Referencia a procesos biológicos como origen
Por procesos de quema o combustión	Referencia a quemas o incendios
Referencia a la contaminación ambiental	Referencia a la contaminación ambiental o sus efectos
Referencia al aire	Referencia, específicamente, al aire; como componente del aire o parte de la atmósfera
No sabe/no responde	No sabe/no responde

Fuente: elaboración propia.

Nota: las respuestas a la pregunta 5 fueron a veces similares a las concedidas en la pregunta 4.

La encuesta en Colombia se realizó antes de la ocurrencia de repetidas emergencias ambientales del aire declaradas en Medellín, pero cuyos antecedentes vienen siendo investigados detalladamente durante la última década (Bedoya y Martínez, 2009).

Es importante resaltar que los planes de contenidos curriculares entre los sistemas de educación primaria alemán y colombiano presentan diferencias que inciden en el proceso de aprendizaje y en la forma como se puede integrar el tema en los contenidos. Un ejemplo de ello es la forma como se agrupan los campos disciplinares en ambos sistemas de enseñanza primaria. Mientras que en el sistema alemán de primaria (*Grundschule*) los temas de naturaleza y vida, técnica y mundo de trabajo, espacio-medio ambiente y movilidad, hombre-sociedad-historia y cultura se integran en un gran eje temático llamado *Sachunterricht*, y que denominan “ciencias generales” —la existencia de un solo eje temático integrador de varias disciplinas permite enlazar más fácilmente un tema y enseñarlo bajo diferentes perspectivas—; en el sistema colombiano los contenidos de este gran eje temático interdisciplinar se imparten por separado dentro de las áreas de Naturales y Tecnología, Sociales e Informática. En el área de Naturales y Tecnología se integran los contenidos de biología, medio ambiente y tecnología; en el área de Sociales se dictan los contenidos de geografía, sociedad, cultura e historia, y dentro del área de Informática se dicta la formación en computadores, la cual se imparte a partir del tercer grado. La formación en el tema movilidad, la cual es obligatoria según la Ley 769 del 2002 (Congreso de Colombia, 2002), apenas se comienza a dictar en la escuela sin un contenido estandarizado.

212

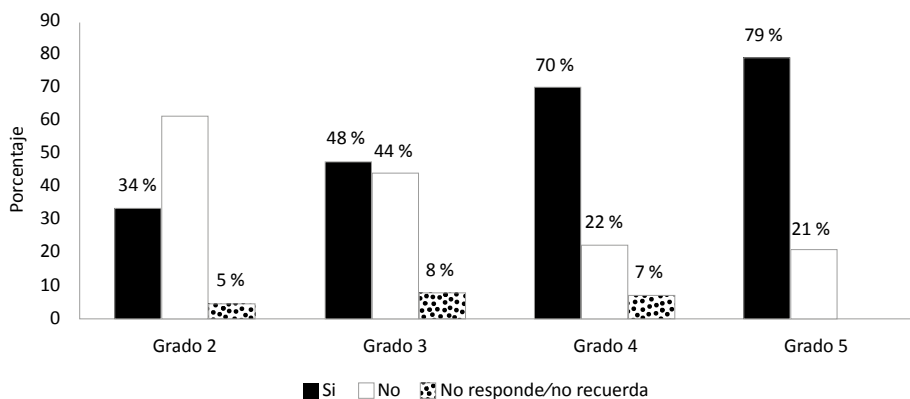
Análisis de los resultados de la encuesta

Los resultados de la encuesta aplicada en Colombia y su comparación con los resultados dados en Alemania se describen a continuación a partir de cada pregunta:

Pregunta 1. ¿Has escuchado alguna vez sobre dióxido de carbono (CO₂)? Sí o No

Para el caso colombiano, menos del 50% de los escolares de los grados segundo y tercero afirmaron haber escuchado alguna vez sobre el CO₂, mientras que el 70% de los escolares del grado cuarto y el 79% de los del grado quinto afirmaron conocerlo (figura 3). En el caso alemán, el 80% de los escolares del grado tercero y el 84% del grado cuarto afirmaron conocer sobre el CO₂ (Thiessenhusen *et al.*, 2017).

Figura 3. Porcentaje de niños en la escuela primaria colombiana que han escuchado, no han escuchado o no saben/no recuerdan sobre el dióxido de carbono



Fuente: datos de la encuesta.

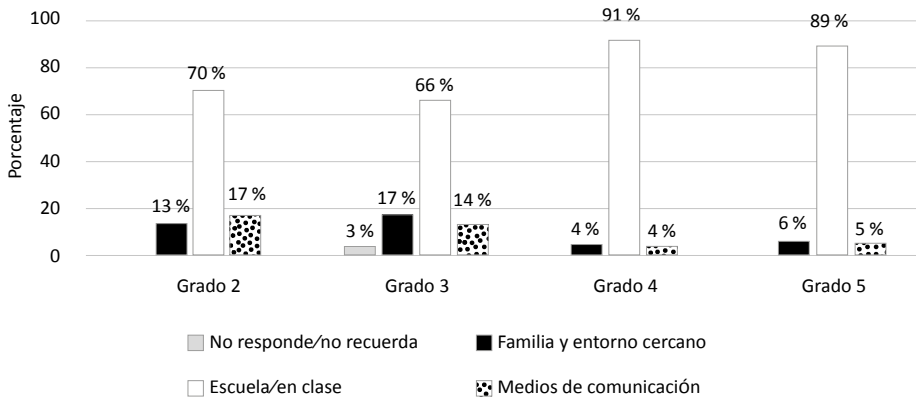
Es importante indicar que en Colombia los niños aprenden sobre el tema en cuestión dentro del plan de estudios y a partir del segundo grado. A manera de ejemplo, se indican algunas referencias que se encuentran en libros de enseñanza de las ciencias naturales y que son usadas en la escuela: “[...] cuando respiras tu cuerpo desecha un gas llamado dióxido de carbono”; “[...] como desecho de la fabricación de la respiración de las plantas queda dióxido de carbono”; es “[...] un gas que se encuentra en el aire. Los animales y las plantas liberan dióxido de carbono en el proceso de respiración” (Cuadris y García, 2006, pp. 21-22, 148); “[...] la sangre recoge el oxígeno puro del aire que respiras y expulsa dióxido de carbono”; “dióxido de carbono: la parte del aire de la que tu cuerpo se deshace” (Hill Nettleton, 2007, pp. 16 y 27). En general, el término dióxido de carbono es

enseñando como un gas que se elimina durante el proceso de respiración de seres humanos y plantas.

Pregunta 2. ¿Dónde has escuchado sobre dióxido de carbono?

La segunda pregunta tuvo como objetivo conocer cuál es la fuente principal de información sobre el CO₂ descrita por los niños que respondieron de manera afirmativa a la primera pregunta. En Colombia, los resultados mostraron que solo un pequeño porcentaje de escolares referencia como fuente principal de información a los medios, su familia y el entorno cercano (figura 4).

Figura 4. Fuente principal de información escolar colombiano sobre dióxido de carbono



Fuente: datos de la encuesta.

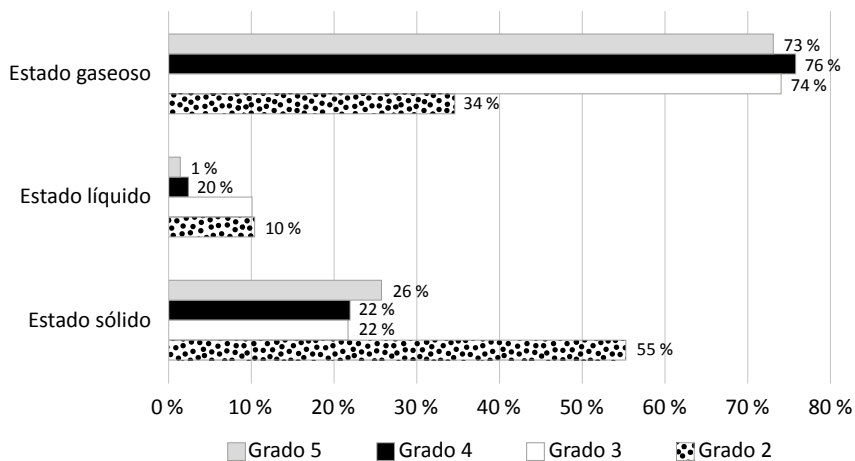
En Colombia, la mayoría referencia como principal fuente de información es la escuela; solo los escolares del grado cuarto identifican, específicamente, el curso Ciencias Naturales como aquel donde aprenden sobre el CO₂. Entre tanto, para los escolares encuestados de la escuela alemana de los grados tercero y cuarto, la fuente principal de información son los medios de comunicación, especialmente la televisión, en una proporción del 50% en el grado tercero y del 50% en el grado cuarto; la familia y el entorno cercano en una proporción del 28% en el grado tercero y del 21% en el grado cuarto, y la escuela en una proporción del 15% en el grado tercero y del 7% en el grado cuarto.

Pregunta 3. ¿Cómo te imaginas que es el dióxido de carbono (CO₂)?

En Alemania, el 67% de los escolares del grado tercero y el 85% de los escolares del grado cuarto imaginan el CO₂ como un gas; mientras que el 33% de los escolares del grado tercero y el 15% de los escolares del grado cuarto lo imaginan como una sustancia líquida. El resto de respuestas de los escolares, como en la encuesta realizada en Colombia, relacionan el CO₂ con humo, vapor, neblina, etc. En el grado tercero de la escuela alemana, algunas respuestas referidas al color lo describen como gris, blanco, negro o verde (Thiessenhusen *et al.*, 2017). En los resultados de la encuesta realizada en Colombia, los niños indican que el color del CO₂ es, preferiblemente, negro y, seguidamente, blanco.

En la figura 5 se muestran los resultados obtenidos en Colombia, según la referencia al estado de la materia en la que los escolares se imaginan el CO₂. En general, los escolares de los grados tercero a quinto se imaginan el CO₂ como un gas que se encuentra en el aire, muy asociado al proceso de respiración de animales y plantas. Menos de un 6% de las respuestas lo describen por su color u olor.

Figura 5. Resultados según estado de la materia en la encuesta colombiana



Fuente: datos de la encuesta.

El 55% de los escolares del grado segundo lo referencian como algo sólido, esencialmente como una piedra o roca.

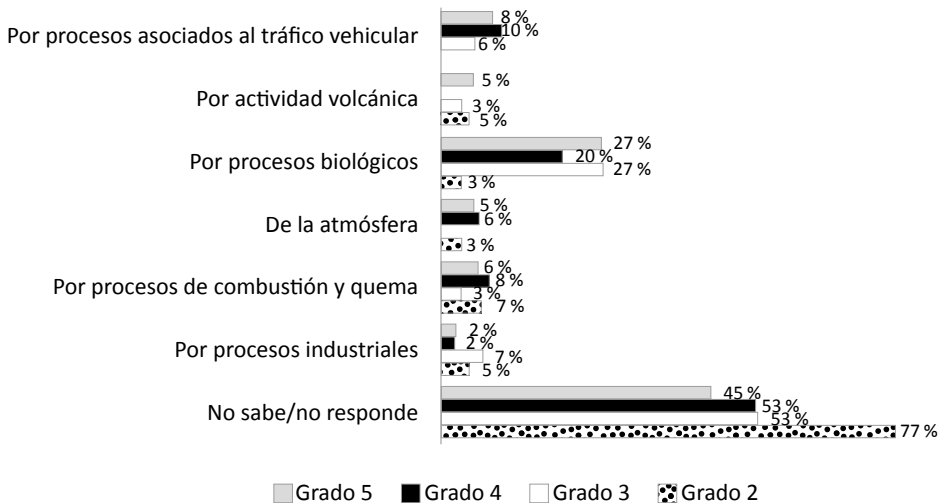
Pregunta 4. ¿Cómo crees que se origina el dióxido de carbono (CO₂)?

En Alemania, el 74% de los escolares del grado tercero y el 92% del grado cuarto indicaron conocer su origen. Dentro de los principales orígenes enunciaron: el tráfico vehicular, el 23% de los escolares del grado tercero y el 34% del grado cuarto; como parte natural de la atmósfera terrestre, el 26% de los escolares del grado tercero y el 10% del grado cuarto; asociado con procesos industriales, el 6% de los escolares del grado tercero y el 33% de los niños del grado cuarto (Thiessenhusen *et al.*, 2017).

En Colombia, el 45% de los escolares del grado quinto, el 53% de los grados tercero y cuarto y el 77% del grado segundo indicaron desconocer las causas de su origen (figura 6). De los que respondieron conocer su origen, indicaron como principal el asociado a procesos biológicos. Estos procesos biológicos se relacionan, principalmente, con la respiración de plantas, seres humanos y animales.

216

Figura 6. Clasificación según origen del dióxido de carbono en la encuesta colombiana



Fuente: datos de la encuesta.

Dentro de las respuestas no se mencionó la fotosíntesis, el ciclo del carbono o la conversión del carbono. Cabe indicar que la segunda causa de origen identificada por los escolares colombianos fue debido a procesos asociados al tráfico vehicular.

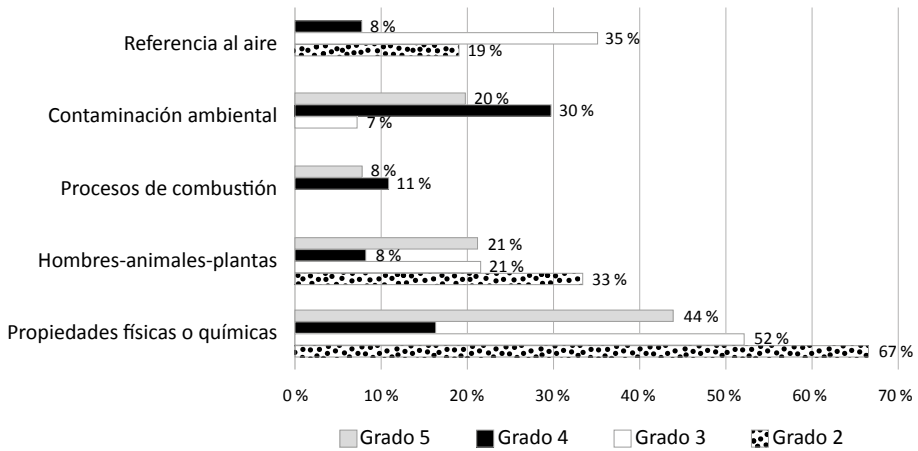
Si bien el tema de la contaminación se menciona en algunos textos del grado segundo como un problema que afecta la vida de “los organismos que habitamos la tierra” (Castro y Guarín, 2006, p. 138), el CO_2 , asociado a la contaminación atmosférica y como producto de algunas actividades industriales, se enseña más a partir de los grados cuarto y quinto. Y si bien en algunos libros los escolares aprenden la expresión CO_2 asociada al dióxido de carbono, el origen de esta expresión se explica en detalle en grados avanzados (Castro y Guarín, 2006).

A diferencia de los resultados obtenidos en la escuela colombiana, el 17% de los escolares alemanes del grado tercero y el 5% del grado cuarto identifican como causa los procesos biológicos y químicos, dentro de los que se cuentan el proceso de la respiración de plantas, hombres y animales, y el proceso de fotosíntesis o conversión del CO_2 asociado. Vale anotar que en las respuestas de la encuesta realizada en Colombia no se presentó ninguna respuesta que lo asociara a los alimentos.

Pregunta 5. Escribe algunas palabras o ejemplos que para ti se relacionen con la palabra dióxido de carbono (CO_2)

En Colombia, el 67% de escolares del segundo grado, el 57% del tercer grado, el 16% del cuarto grado y el 44% del quinto grado lo definen según el estado físico en que se presenta en la naturaleza, básicamente como un gas. El 19% de escolares del tercer grado, el 35% del cuarto grado y el 8% del quinto grado lo referencian, específicamente, con el aire. El 30% del grado cuarto y el 19% del grado tercero lo relacionan con el tema contaminación, porcentaje que contrasta con el 8% obtenido para el grado quinto (figura 7).

Figura 7. Categorías relacionadas con la asociación del dióxido de carbono por los escolares en Colombia



Fuente: datos de la encuesta.

218

Agregando a lo anterior, el 33% de escolares del grado segundo, el 21% del grado tercero, el 8% del grado cuarto y el 21% del grado quinto lo relacionan con procesos biológicos, básicamente con el proceso de la respiración. El 8% de los escolares del grado cuarto y el 11% del grado quinto lo asocian con procesos de combustión. Ninguna respuesta de la encuesta realizada en Colombia mencionó la relación del CO₂ con los temas: calentamiento global, efecto invernadero o cambio climático.

A diferencia de Colombia, en la encuesta realizada en Alemania la relación CO₂ con contaminación ambiental fue de un 48% en el grado cuarto y un 38% en el tercer grado; y la relación con procesos biológicos ocupó solo el 13% en el cuarto grado y el 15% en el tercer grado. Dentro de los procesos biológicos se mencionaron la fotosíntesis y la respiración (Thiessenhusen *et al.*, 2017).

Algunas actividades asociadas al tema para realizar en el aula

A manera de contribución se indican algunas actividades aplicadas en la escuela como laboratorio social, que se pueden trabajar con los niños en el aula. Aquí hay que tener en cuenta la tendencia en el ámbito universitario

de las ciencias sociales (no de las licenciaturas) a no promover la formación profesional en ambientes aplicados a la escuela como laboratorio social.

El cálculo de la huella de carbono. Se denomina huella de carbono a la medición del impacto que una actividad o acontecimiento tiene sobre el calentamiento global. Una de las actividades antrópicas que emiten más GEI es el transporte. Este cálculo está basado en la valoración de las emisiones de CO₂, asociadas principalmente al transporte y al consumo de energía en el hogar. Un ejercicio práctico a realizar con los niños es calcular la emisión de CO₂ a la atmósfera producida por un auto. Partimos de reconocer que el combustible consumido por un auto es proporcional a la distancia recorrida. Usando la herramienta de Google Maps es posible calcular la distancia recorrida en auto entre la casa y la escuela. Una vez conocida esta distancia, se procede a calcular la cantidad de gasolina consumida; si viajaran de la casa a la escuela, por ejemplo, en un Chevrolet Spark, este consume cerca de un galón, aproximadamente 3,78 l, por cada 50 km. Una vez calculada la cantidad de combustible quemado en el trayecto, se puede calcular cuánto fue la emisión de CO₂ realizada por trayecto. Para ello se tiene en cuenta que un litro de gasolina quemada emite 2,28 kg de CO₂ (Mosquera, Fernández y Mosquera, 2010). Se puede también realizar este cálculo para diversos tipos de combustible; por ejemplo, para etanol o biocombustible se emiten, aproximadamente, 1,53 kg de CO₂ por litro de etanol quemado; para gas metano se emiten, aproximadamente, 1,51 kg de CO₂ por m³ de gas; para diésel se emiten, aproximadamente, 2,471 kg de CO₂ por litro quemado (Mosquera *et al.*, 2010). Finalmente, se discute acerca de cuál es el medio de transporte y combustible más amigable con el medio ambiente. Se recogen en el grupo ideas conducentes a disminuir las emisiones de CO₂.

Cálculo de la distancia recorrida por los alimentos (food miles). El concepto *food miles* se refiere a la distancia que recorren los alimentos desde su producción hasta llegar a la mesa para el consumo (Simón-Fernández *et al.*, 2014). Para ello, se pide a los escolares leer las marquillas de los alimentos que más consumen en su hogar e indicar el lugar de donde vienen. Usando la herramienta de Google Maps se puede calcular la distancia recorrida de cada alimento. Esta actividad permite concientizar a los niños acerca de las emisiones ocasionadas por transporte de los alimentos desde grandes distancias, y así puedan valorar los alimentos que se producen en su entorno local. Se discute en clase sobre el tema y se recogen ideas para reducir las emisiones.

Calcular la energía consumida en el hogar. Otra actividad que también representa una fuente de emisión de gases invernadero es la producción y consumo de energía. Reflexionar en torno al consumo de energía eléctrica que aparece en la cuenta de servicios es una excelente actividad de reflexión. De acuerdo con Camargo, Arboleda y Cardona (2013), entre los años 2008 y 2013 el promedio por kilovatio de electricidad consumido en Colombia fue de 130 g de CO₂.

Identificar sumideros de carbono del entorno local. La identificación de los sumideros de carbono o depósitos de carbono, como captadores del CO₂ de la atmósfera alrededor del entorno escolar o de su vivienda, permite fomentar en el alumno conciencia sobre la importancia de su preservación y cuidado.

Conclusiones

Tanto en Colombia como en Alemania el tema del calentamiento global y el GEI ocupa un lugar muy reducido en los contenidos curriculares de la escuela primaria. A diferencia de los resultados obtenidos en Colombia, en Alemania se evidencia un mayor conocimiento y asociación del papel del CO₂ con la contaminación y el cambio climático.

Todo lo dicho hasta aquí explica por qué se hace urgente introducir en el aula modelos didácticos que ayuden a los alumnos a reconocer, con ejemplos concretos, los efectos del cambio climático; asimismo, realizar actividades que faciliten la reflexión en torno a las causas antrópicas que favorecen las emisiones de GEI; finalmente, implementar en la cotidianidad social prácticas sostenibles que faciliten su reducción.

Así, para proteger y preservar los recursos naturales, es necesario fomentar la construcción de una conciencia sostenible, la cual tiene buena parte de su raíz en el hogar y en el entorno social del niño, tarea que se facilita en Alemania, puesto que los padres, maestros y medios de comunicación participan en la educación del niño. Lo anterior confirma que mientras en Alemania las causas y consecuencias del cambio climático se tratan a nivel del hogar, los medios de comunicación y la escuela, en Colombia el papel de educar, en especial la formación de una conciencia sostenible, está siendo responsabilidad de la escuela.

Es de gran importancia identificar y reflexionar con los escolares en las actividades de aula aquellas prácticas que hacen parte del quehacer cotidiano, prácticas que inciden en la emisión de GEI a la atmósfera, lo que permite que el alumno pueda ser copartícipe en la implementación de medidas individuales y colectivas enfocadas a la reducción de dichas emisiones.

Consideramos indiscutible que el resultado de investigación ilustra, de manera muy puntual, que las características estructurales y conceptuales de un sistema educativo inciden de manera decisiva en los procesos de formación universitaria, en los procesos de enseñanza y aprendizaje escolares, y en las prácticas culturales relacionadas con la comprensión y la solución de problemas; en este caso, se asocian al cambio climático global.

Referencias

- Bedoya, J. y Martínez, E. (2009). Calidad del aire en el Valle de Aburrá, Antioquia-Colombia. *Dyna*, 158, 7-15.
- Camargo, A., Arboleda, M. y Cardona, E. (2013). *Producción de energía limpia en Colombia, la base para un crecimiento sostenible*. Recuperado de http://www.xm.com.co/boletinxm/documents/mdlcolombia_feb2013.pdf
- Castro, N. y Guarín, C. (2006). *Portal de la ciencia: Ciencias naturales y educación ambiental 4*. Bogotá: Norma.
- Centro de Análisis de Información sobre dióxido de carbono, División de Ciencias Ambientales del Laboratorio Nacional de Oak Ridge (Tennessee, Estados Unidos). (s. f.). *Emisiones de CO₂ (toneladas métricas per cápita)*. Recuperado de <http://www.datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PC>
- Congreso de Colombia. (2002). *Código de Tránsito Terrestre. Ley 769*. Recuperado de <https://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?idFile=13114>
- Cuadris, N. y García, M. (2006). *Portal de la ciencia: Ciencias naturales y educación ambiental 2*. Bogotá: Norma.
- Grosslight, L., Unger, Ch., Eileen, J. y Schmith, C. (noviembre, 1991). Understanding models and their use in science: Conceptions of middle and high school students and experts. Special Issue: Students' Models and Epistemologies. *Journal of Research in Science Teaching (JRST)*, 28(9), 799-822.
- Hill Nettleton, P. (2007). *Inhala, exhala: aprende sobre tus pulmones*. Bogotá: Panamericana.

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2007). *Fourth Assessment Report: Climate Change 2007. Global Anthropogenic Greenhouse Gas Emissions in 2004*. Recuperado de https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/en/figure-1-1.html
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014). *Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* (R. K. Pachauri y L. A. Meyer Eds.). Ginebra: Autor.
- Leisner, A. (2006). Modellkompetenz im Physikunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften Biologie, Chemie, Physik*, Jahrgang 12, 91-109.
- Mayring, P. (2003). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. Basel: Beltz Weinheim.
- Menzer, G. (2016). *Vorwissen von Lernenden zu Kohlenstoffdioxid* (Trabajo de grado). Universität Siegen Fakultät II Grundschullehramt, Siegen.
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN). (1998). *Serie Lineamientos curriculares. Ciencias Sociales*. Recuperado de http://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-339975_recurso_1.pdf
- 222 ■ Mosquera, D., Fernández, S. y Mosquera, J. (agosto, 2010). Análisis de emisiones de CO₂ para diferentes combustibles en la población de taxis en Pereira y Dosquebradas. *Scientia et Technica*, 45, 141-146.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU) y Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal). (2016). *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile. Recuperado de <http://www.sela.org/media/2262361/agenda-2030-y-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO). (2017). *Anuario estadístico FAOSTAT-Emissiones*. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/es>
- Quenan, C. y Velut, S. (2014). Los desafíos del desarrollo en América Latina. Dinámicas socioeconómicas y políticas públicas. *A Savoir*, 24. Francia, Departamento para América Latina y el Caribe (AFD) (2ª ed.). Recuperado de <https://www.afd.fr/sites/afd/files/imported-files/24-VE-A-Savoir.pdf>
- Simón-Fernández, X., Copena Rodríguez, D., Pérez Neira, D., Delgado Cabeza, M. y Soler Montiel, M. (2014). Alimentos kilométricos y gases de efecto invernadero: Análisis del transporte de las importaciones de alimentos en el Estado español (1995-2007). *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 22, 1-16. Recuperado

de http://www.economiaecologica.webs.uvigo.es/docs/publicacions/artigo_revibec.pdf

- Thiessenhusen, M., Heck, V., Gröger, M. y Zuleta, M. (2017). Kohlenstoffdioxid: Ein Thema für die Grundschule? Ein Vergleich der Kenntnisse von deutschen und kolumbianischen Schülerinnen und Schülern. En M. Gröger, J. Wiesemann y M. Janssen (Eds.), *Nachhaltig Handeln lernen im Sachunterricht* (pp. 263-27), Siegen: Universi.
- Zdi-Zentrum Regionalinitiative MINT Siegen-Wittgenstein. (2015). *ZDI-Schülerlabor*. Recuperado de <http://www.mint-siwi.de/zdi-zentrum/zdi-schuelerlabor>

