



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

# **ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL CONCEPTO DEL CALENTAMIENTO GLOBAL DE LA ATMÓSFERA EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA**

**Teaching-Learning of the Global warning concept of the atmosphere in a group of  
middle school students**

**HUGO FERNEY BOHORQUEZ BONILLA**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales  
Manizales, Colombia  
2015

# **ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL CONCEPTO DEL CALENTAMIENTO GLOBAL DE LA ATMÓSFERA EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA**

**Teaching-Learning of the Global warning concept of the atmosphere in a group of  
middle school students**

**HUGO FERNEY BOHORQUEZ BONILLA**

Trabajo de profundización presentado como requisito parcial para optar al título de:

**Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales**

Director:

Magister Jorge Eduardo Giraldo Arbeláez

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Manizales, Colombia

2015

*Dedicatoria*

*A mi Familia*

*Por su apoyo y consejos*

## **Agradecimientos**

A mi director de Trabajo Final de Maestría profesor y amigo Jorge Eduardo Giraldo Arbeláez por su apoyo, consejos y sugerencias para la elaboración del trabajo.

Agradecimiento especial a la profesora Mary Orrego Cardozo por sus enseñanzas, tiempo y apoyo para mi formación profesional y personal.

A mi señora Madre Maria Nelsy Bonilla Tapiero por motivarme en todo momento.

A mi familia por su apoyo.

## Resumen

En este trabajo se diseña una unidad didáctica para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto “Calentamiento global”, teniendo en cuenta las ideas previas acerca del concepto y los obstáculos identificados para la comprensión del mismo en un grupo de estudiantes de décimo grado. Se tienen en cuenta cuatro aspectos básicos del concepto calentamiento global para la caracterización de las ideas previas y obstáculos de aprendizaje (definición, causas, consecuencias y mitigación). El análisis de la información mostró que los estudiantes presentan dificultades como el desconocimiento de términos técnicos y la comprensión de procesos relevantes que explican el calentamiento de la tierra; tampoco reconocen las principales causas, consecuencias, ni acciones de mitigación. La Unidad Didáctica busca una mejor comprensión del concepto “calentamiento Global” para así generar conciencia ambiental en los estudiantes.

**Palabras clave: Unidad Didáctica, Ideas Previas, Calentamiento Global**

## **Abstract**

This study designs a didactic unit in order to improve the process of teaching-Learning of the Global warning concept, keeping in mind the previous ideas about the concept and identification of obstacles for its comprehension within a group of students in 10th grade. Definition, causes, consequences and mitigation are the four basic aspects of the global warning concept used for the characterization of the previous ideas and the learning obstacles. The analysis of the information showed that the students have difficulties such as the ignorance of technique concepts and the comprehension of the relevant processes that explain the global warning; Also, they do not recognize the main causes, consequences neither mitigation actions. The didactic unit looks for a improvement in comprehension of the concept “global warning” in order to generate a enviromental conscience within the students.

**Keywords: Didactic Unit, previous ideas, global warning.**

# Contenido

|  | Pág.       |
|--|------------|
| <b>Resumen</b> .....   | <b>V</b>   |
| <b>Abstract</b> .....  | <b>VI</b>  |
| <b>Lista de figuras</b> .....                                    | <b>IX</b>  |
| <b>Lista de tablas</b> .....                                     | <b>X</b>   |
| <b>Lista de Gráficas</b> .....                                   | <b>XI</b>  |
| <b>Lista de abreviaturas</b> .....                               | <b>XII</b> |
| <b>Introducción</b> .....  | <b>1</b>   |
| <b>1. Planteamiento de la propuesta</b> .....                    | <b>3</b>   |
| 1.1 Planteamiento del problema .....                             | 3          |
| 1.2 Justificación .....  | 4          |
| 1.3 Objetivos.....   | 5          |
| 1.3.1 General .....  | 5          |
| 1.3.2 Específicos.....   | 5          |
| <b>2. Marco Teórico</b> .....                                    | <b>6</b>   |
| 2.1 Ideas Previas y Evolución Conceptual .....                   | 6          |
| 2.2 Obstáculos.....  | 9          |
| 2.3 Unidades Didácticas .....                                    | 12         |
| 2.4 Epistemología del concepto Calentamiento Global .....        | 14         |
| 2.4.1 Contaminación por nómadas (cazadores y recolectores) ..... | 15         |
| 2.4.2 Contaminación por agricultura y pastoreo .....             | 16         |
| 2.4.3 Revolución industrial (contaminación por industrias) ..... | 18         |
| 2.4.4 Sociedades modernas.....                                   | 20         |
| <b>3. Metodología</b> .....                                      | <b>22</b>  |
| 3.1 Enfoque del trabajo.....                                     | 22         |
| 3.2 Contexto del trabajo.....                                    | 23         |
| 3.3 Etapas del trabajo.....                                      | 23         |
| 3.3.1 Etapa Inicial .....  | 23         |
| 3.3.2 Etapa de diagnóstico.....                                  | 23         |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 3.3.3     | Análisis de la información .....                             | 24         |
| 3.3.4     | Diseño de la Unidad Didáctica .....                          | 25         |
| <b>4.</b> | <b>Análisis de resultados .....</b>                          | <b>27</b>  |
| 4.1       | Análisis del cuestionario de ideas previas .....             | 27         |
| 4.2       | Obstáculos de aprendizaje encontrados.....                   | 51         |
| <b>5.</b> | <b>Unidad Didáctica.....</b>                                 | <b>53</b>  |
| <b>6.</b> | <b>Conclusiones y recomendaciones .....</b>                  | <b>125</b> |
| 6.1       | Conclusiones.....  | 125        |
| 6.2       | Recomendaciones.....   | 126        |
| <b>A.</b> | <b>Anexo: Cambio Climático-Explorando Ideas Previas.....</b> | <b>127</b> |
|           | <b>Referencias .....</b>                                     | <b>141</b> |

## Lista de figuras

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| Figura 2.1. Evolución conceptual, Tamayo, 2009                           | 8           |
| Figura 4.1. Posibles fuentes de emisión de GEI                           | 33          |
| Figura 4.2. El espectro electromagnético                                 | 36          |
| Figura 4.3. Incremento del agujero en la capa de ozono                   | 37          |
| Figura 4.4. Posibles fuentes de emisión de agentes destructores de ozono | 41          |
| Figura 5.1. Forzamiento radiativo  | 64          |
| Figura 5.2. El espectro electromagnético                                 | 72          |
| Figura 5.3. Erupciones volcánicas  | 76          |
| Figura 5.4. Gases de efecto invernadero y sus fuentes                    | 79          |
| Figura 5.5. Planeta tierra y los GEI                                     | 82          |
| Figura 5.6. Sopa de letras GEI   | 86          |
| Figura 5.7. La molécula de ozono   | 88          |
| Figura 5.8. Atmósfera terrestre y la capa de ozono                       | 89          |
| Figura 5.9. Estimación del agujero de la capa de ozono                   | 92          |
| Figura 5.10. Nevado el Cisne   | 102         |
| Figura 5.11. Nevado del Quindío  | 103         |
| Figura 5.12. Nevado del Ruiz   | 104         |
| Figura 5.13. Sierra Nevada del Cocuy                                     | 105         |
| Figura 5.14. Nevado del Tolima   | 106         |
| Figura 5.15. Crucigrama consecuencias del cambio climático               | 108         |

## Lista de tablas

|  | Pág. |
|--|------|
| Tabla 4.1. Respuestas de los estudiantes a la pregunta 1   | 27   |
| Tabla 4.2. Respuestas de los estudiantes a la pregunta 2   | 29   |
| Tabla 4.3. Respuestas de los estudiantes a la pregunta 3   | 30   |
| Tabla 4.4. Respuestas de los estudiantes a la pregunta 4   | 31   |
| Tabla 4.5. Respuestas de los estudiantes a la pregunta 5   | 33   |
| Tabla 4.6. Respuestas de los estudiantes a la pregunta 6   | 35   |
| Tabla 4.7. Respuestas de los estudiantes a la pregunta 7   | 36   |
| Tabla 4.8. Respuestas de los estudiantes a la pregunta 8   | 38   |
| Tabla 4.9. Respuestas de los estudiantes a la pregunta 9   | 39   |
| Tabla 4.10. Respuestas de los estudiantes a la pregunta 10 | 41   |
| Tabla 4.11. Respuestas de los estudiantes a la pregunta 11 | 43   |
| Tabla 4.12. Respuestas de los estudiantes a la pregunta 12 | 44   |
| Tabla 4.13. Respuestas de los estudiantes a la pregunta 13 | 46   |
| Tabla 4.14. Respuestas de los estudiantes a la pregunta 14 | 47   |
| Tabla 4.15. Respuestas de los estudiantes a la pregunta 15 | 49   |
| Tabla 4.16. Respuestas de los estudiantes a la pregunta 16 | 50   |

## Lista de Gráficas

|  | Pág. |
|--|------|
| Gráfica 4.1. Porcentaje de respuestas de los estudiantes a la pregunta 1   | 28   |
| Gráfica 4.2. Porcentaje de respuestas de los estudiantes a la pregunta 2   | 29   |
| Gráfica 4.3. Porcentaje de respuestas de los estudiantes a la pregunta 3   | 30   |
| Gráfica 4.4. Porcentaje de respuestas de los estudiantes a la pregunta 4   | 32   |
| Gráfica 4.5. Porcentaje de respuestas de los estudiantes a la pregunta 5   | 34   |
| Gráfica 4.6. Porcentaje de respuestas de los estudiantes a la pregunta 6   | 35   |
| Gráfica 4.7. Porcentaje de respuestas de los estudiantes a la pregunta 7   | 37   |
| Gráfica 4.8. Porcentaje de respuestas de los estudiantes a la pregunta 8   | 39   |
| Gráfica 4.9. Porcentaje de respuestas de los estudiantes a la pregunta 9   | 40   |
| Gráfica 4.10. Porcentaje de respuestas de los estudiantes a la pregunta 10 | 42   |
| Gráfica 4.11. Porcentaje de respuestas de los estudiantes a la pregunta 11 | 43   |
| Gráfica 4.12. Porcentaje de respuestas de los estudiantes a la pregunta 12 | 45   |
| Gráfica 4.13. Porcentaje de respuestas de los estudiantes a la pregunta 13 | 46   |
| Gráfica 4.14. Porcentaje de respuestas de los estudiantes a la pregunta 14 | 48   |
| Gráfica 4.15. Porcentaje de respuestas de los estudiantes a la pregunta 15 | 49   |
| Gráfica 4.16. Porcentaje de respuestas de los estudiantes a la pregunta 16 | 50   |

## Lista de abreviaturas

| <b>Abreviatura</b> | <b>Término</b>           |
|--------------------|--------------------------|
| GEI                | Gases efecto invernadero |
| UV                 | Ultravioleta             |
| CFC's              | Clorofluorocarbonos      |

# Introducción

En los procesos de enseñanza-aprendizaje son importantes los roles que cumplen tanto los estudiantes como los docentes. Para lograr aprendizajes significativos en ciencias, de acuerdo a Ausubel (citado por Tamayo, 2009), es necesario establecer relaciones entre las concepciones alternativas de los estudiantes y los nuevos conceptos científicos; de acuerdo a Tamayo (2009), entre más y mejores relaciones se establezcan, más profundas serán las asimilaciones. Por lo tanto es necesario dedicar tiempo y recursos para el diseño y elaboración de actividades que permitan en los estudiantes explorar todo su potencial para lograr aprendizajes en profundidad de cualquier temática.

En la actualidad, a nivel mundial se están observando grandes problemas ambientales, los cuales influyen directamente sobre las especies y los ecosistemas; el calentamiento global de la atmósfera es uno de los más evidentes, pero poco comprendidos en profundidad. El inadecuado uso de los recursos tiene mucho que ver al respecto, y en la medida que conozcamos muy bien a cerca del fenómeno “calentamiento”, más podemos aportar para contrarrestarlo.

El presente trabajo tiene por objeto mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje del concepto calentamiento global de la atmósfera a través de la elaboración de una unidad didáctica a fin de formar o fortalecer la conciencia ambiental en los estudiantes.

Para realizar la unidad didáctica, se evaluó las ideas previas de los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Técnica Alfonso Palacio Rudas, del municipio de Ibagué (departamento del Tolima), a través de un cuestionario fundamentado en cuatro aspectos básicos del calentamiento global: definición, causas, consecuencias y mitigación (Pérez& Vallejo, 2010). Con base en estas ideas, se establecieron los

obstáculos que presentan los estudiantes a cerca del concepto, para así diseñar la unidad didáctica, la cual se compone de 4 actividades; cada una presenta la estructura de unidad didáctica propuesta por Tamayo (citado por González, 2014): identificación de los obstáculos frente al aprendizaje del concepto, objetivos planteados para superar los obstáculos, actividades para cumplir con los objetivos, reflexión sobre el proceso de aprendizaje y evaluación.

Con el diseño de la unidad didáctica se busca mejorar la comprensión del proceso del calentamiento global de la atmósfera, lo cual es necesario ya que muchos de los fenómenos que observamos actualmente a nivel mundial (sequías, inundaciones, pérdida de biodiversidad, escases de alimentos, propagación de enfermedades, pérdida de páramos, etc) son consecuencia del aumento de la temperatura ambiente; por lo tanto, escudriñar en profundidad al respecto nos permitirá a todos y todas aportar desde nuestras posibilidades para la mitigación de esta preocupante situación, que de no tener ningún control, afectará drástica y contundentemente las condiciones de vida de muchas especies, incluida la nuestra.

# 1. Planteamiento de la propuesta

## 1.1 Planteamiento del problema

Colombia es catalogada como uno de los países megadiversos ya que posee una gran riqueza natural, pero día a día nos enfrentamos a un deterioro ambiental cada vez mayor como consecuencia de los malos hábitos que inciden de manera negativa sobre el entorno.

Los docentes de ciencias naturales tienen la necesidad de formar una sociedad que asuma responsabilidades para conservar y preservar el medio ambiente; es decir, formar y fortalecer una conciencia ambiental para lograr la participación de todos y todas en pro de la conservación del entorno. Parte de esta consigna se logra si los adolescentes y estudiantes alcanzan aprendizajes en profundidad al respecto para que puedan aplicarlos en acciones que apunten a disminuir el impacto ambiental del que de una u otra forma son responsables, y luego estas acciones puedan replicarlas con toda la sociedad.

En la enseñanza-aprendizaje del concepto calentamiento global se evidencian dificultades para la comprensión en profundidad de los aspectos más relevantes (definición, causas, consecuencias y mitigación), que son abordados desde la unidad didáctica diseñada para lograr ser coherentes, competentes y amigables con nuestro ambiente.

Lograr que nuestros jóvenes comprendan el calentamiento global de una manera profunda, es una necesidad inaplazable, pues son ellos los llamados a tener en cuenta y modificar los modelos de desarrollo y las políticas públicas y privadas en el futuro, que de no hacerlo con una conciencia ambiental, estarían terminando de sentenciar la destrucción de nuestro ambiente; por lo tanto es pertinente preguntar:

¿Cómo se puede mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje del concepto calentamiento global de la atmósfera?

¿Cómo crear o fortalecer una conciencia ambiental en la sociedad acerca del cambio climático?

## 1.2 Justificación

Diseñar una unidad didáctica que apunte a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto calentamiento global de la atmósfera es importante ya que la transmisión actual de este concepto muchas veces se realiza desde un punto de vista muy superficial, limitándose por falta de motivación o por premuras de tiempo únicamente a la enseñanza de términos técnicos sin profundizar en la comprensión de los procesos que dan explicación al fenómeno, procesos que son vitales para la interiorización del concepto.

La unidad didáctica está propuesta para estudiantes de educación media, pero se verá beneficiada toda la población de la región (desde niños hasta adultos mayores) en donde sea implementada, pues la comprensión en profundidad del fenómeno del calentamiento global proporcionará herramientas a todos y todas que permitan mitigar la situación y contrarrestar las causas, lo que se verá reflejado a futuro en un mejoramiento de la calidad de vida de toda la población.

La unidad didáctica diseñada lleva a los participantes de ella por un recorrido ameno a la comprensión de los aspectos básicos del calentamiento global: definición, causas, consecuencias y mitigación; además que puede proporcionar un punto de partida para muchas personas (docentes, ambientalistas, líderes comunales, etc) que se preocupan por situaciones medioambientales y que desean aportar su grano de arena para la preservación del ambiente.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 General**

Diseñar una unidad didáctica para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto calentamiento global de la atmósfera en estudiantes de educación media.

### **1.3.2 Específicos**

- Diseñar y aplicar un instrumento para caracterizar las ideas previas del concepto calentamiento global de la atmósfera en estudiantes de educación media.
- Identificar y caracterizar las ideas previas a cerca del concepto calentamiento global de la atmósfera en los estudiantes de educación media evaluados.
- Identificar los obstáculos o limitaciones de los estudiantes de educación media evaluados para la comprensión en profundidad del concepto calentamiento global de la atmósfera.
- Diseñar una unidad didáctica para la enseñanza-aprendizaje del concepto calentamiento global de la atmósfera.

## 2.Marco Teórico

Para elaborar la unidad didáctica que busca mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto “calentamiento global” en estudiantes de grado décimo, se tendrán en cuenta los siguientes temas: ideas previas, evolución conceptual, aprendizaje en profundidad, obstáculos de aprendizaje, unidades didácticas y el desarrollo epistemológico del concepto.

### 2.1 Ideas Previas y Evolución Conceptual

Para Ruiz (2006), las ideas previas son construcciones que un individuo interioriza al interactuar con su entorno, ideas no necesariamente explícitas y generalmente el individuo no es consciente de las mismas, son los mapas mentales que él ha construido para explicar los fenómenos de su entorno, razón por la que son difíciles de cambiar inclusive después de haber recibido argumentos aceptados por la comunidad científica para explicar esos fenómenos. Estas ideas previas están conformadas por un conocimiento declarativo (conceptual) y uno procedimental (aplicación del conocimiento).

En el proceso de enseñanza-aprendizaje, Campanario (2000) explica que la existencia de ideas previas científicamente incorrectas permite comprender por qué los estudiantes plantean preguntas aparentemente absurdas; que para ellos están llenas de sentido. Para este investigador, estas ideas son construcciones personales y propias de cada sujeto y a veces pueden ser contradictorias ya que un estudiante puede explicar el mismo fenómeno desde varios puntos de vista inconsistentes entre sí.

Nava (2008) argumenta que las ideas de un estudiante tienen relación tanto con el conocimiento cotidiano (interacción con el mundo que lo rodea) como con el académico (orientación científica), lo que explica por qué sus representaciones mentales del mundo físico pueden no estar acorde con la ciencia, factor que se considera clave como punto de partida para la enseñanza de la misma. Conociendo las ideas previas de los estudiantes se pueden detectar las posibles concepciones erróneas con el fin de emplear estrategias para subsanar la inconsistencia.

Para Porta (2007) las ideas previas son creencias personales que podrían explicar los fenómenos que ocurren en el entorno. “Estas ideas son representaciones que se construyen en interacción con el mundo y con las evidencias y experiencias recibidas en la vida cotidiana”. Silvia Porta realiza una gran pregunta: ¿qué ocurre cuando teorías erróneas se enfrentan con teorías científicamente válidas?; propone que: “no se trata de cambiar una idea por otra, sino que la idea tenga versiones, mucho más amplias, donde se hayan incorporado nuevos elementos sin necesidad de romper los anteriores” (Porta, 2007, p.147).

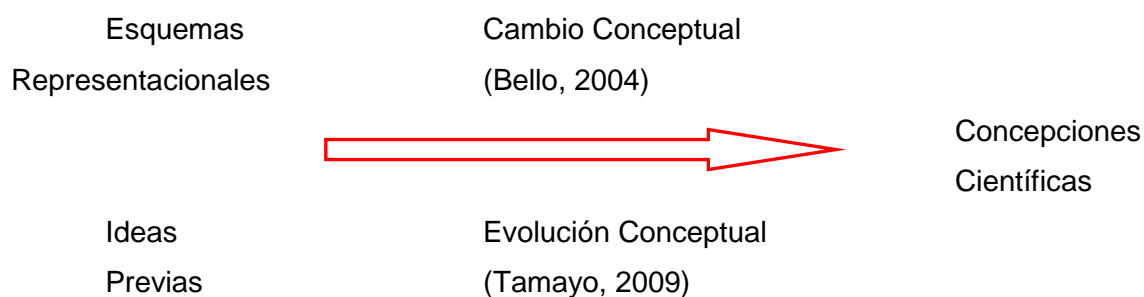
Según Rayas (2012), las ideas previas son concepciones que tienen los estudiantes sobre diferentes fenómenos aún sin recibir ninguna enseñanza sistemática al respecto, se crean a partir de experiencias cotidianas, conversaciones, medios de comunicación, etc y, se asimilan como coherentes aunque puedan ser incoherentes según la ciencia. Son explicaciones que los estudiantes van construyendo mediante la interacción con su medio natural y social. Para Rayas (2012) cuando el profesor conoce las ideas previas de los alumnos entonces los objetivos de su programación tienen un fin y se dirigen hacia una meta más específica. El esquema con el cual el alumno interpreta la ciencia quizá no es el mismo que el profesor espera; es por esto, que se deben indagar los preconceptos, para adaptar mejor la enseñanza.

Bello (2004) afirma que las ideas previas son construcciones que los sujetos elaboran para dar respuesta a su necesidad de interpretar fenómenos naturales o conceptos científicos y para brindar explicaciones. Estas ideas son un pensamiento alternativo, llamado técnicamente “esquema representacional”; si los estudiantes encuentran información que contradigan sus esquemas representacionales, les es difícil aceptarla porque les parece errónea.

Bello (2004) enfatiza en que estos esquemas representacionales deben ser cambiados a concepciones científicas, siendo estos últimos argumentos coherentes a la luz de la ciencia; a este proceso se le denomina “Cambio Conceptual”.

Sin embargo, el cambio conceptual implica un cambio radical y es difícil de lograr, Tamayo (2009) habla de evolución conceptual, ya que los estudiantes van logrando cambios graduales en sus concepciones iniciales hasta alcanzar el conocimiento científico.

**Figura 2.1:** Evolución conceptual, Tamayo (2009).



Para Tamayo (2009), las ideas previas, ideas personales o concepciones alternativas son los argumentos o explicaciones a los fenómenos del entorno que traen los estudiantes antes de conocer las conclusiones científicas, estas ideas “son fragmentadas, tienen rango de aplicación diferente, transmiten seguridad al estudiante porque las puede explicar aun siendo erróneas, son superficiales, de naturaleza intuitiva y no tienen una estructura definida y delimitada” (Tamayo, 2009).

Estas ideas previas se construyen a lo largo de la vida del individuo por la influencia de diferentes contextos. Reconocer las ideas previas de los estudiantes sobre un hecho o fenómeno determinado permite una orientación sobre la enseñanza (Tamayo, 2009).

Tamayo (2002) hace hincapié en que si no se tienen en cuenta las ideas previas, resultará difícil cambiarlas, pues muchas de estas son resistentes al cambio por ser explicaciones coherentes de lo que sucede en el entorno de los estudiantes, de allí la importancia de conocerlas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Si no hay una acción didáctica específica orientada a actuar sobre las ideas de los estudiantes, estas terminan imponiéndose frente a las nuevas ideas científicas enseñadas en clase.

Tamayo (2002) recalca que, no sólo es suficiente conocer un ciencia para enseñarla, también se deben tener en cuenta los aspectos epistemológicos, contextuales e individuales sin los que sería poco adecuado enseñar hoy.

Teniendo en cuenta los anteriores aspectos, se puede afirmar que las ideas previas, ideas personales, concepciones alternativas o esquemas representacionales en ciencias, son las ideas que tiene una persona sobre un tema antes de recibir explicaciones avaladas por la comunidad científica, estas ideas dan explicación a todo lo que ocurre en su entorno y pueden ser erróneas ya que por lo general provienen del medio en que se desenvuelve la persona, que casi nunca es el científico, por ejemplo, amigos, medios de comunicación, películas, etc.

Para la enseñanza de las ciencias, es necesario tener en cuenta la indagación de las ideas previas de los estudiantes, ya que este ejercicio puede proporcionar un punto de partida para la planeación de las estrategias a seguir durante el transcurso de la orientación de cualquier tema, además pueden evidenciar las falencias o el por qué los estudiantes en ocasiones son “rebeldes” a una evolución conceptual.

## **2.2 Obstáculos**

Los obstáculos epistemológicos son “las limitaciones o impedimentos que afectan la capacidad de los individuos para construir el conocimiento real o empírico” (Mora, 2014, p.2). Son muchos los factores que influyen en los estudiantes creando confusión, lo que hace que los conocimientos científicos no se adquieran de una manera correcta, afectando su aprendizaje.

Para Bachelard (citado por Mora, 2014) se dan cinco obstáculos principales para el aprendizaje de las ciencias:

1. La experiencia básica o conocimientos previos.
2. El obstáculo verbal.
3. El peligro de la explicación por la utilidad.
4. El conocimiento general.
5. El obstáculo animista”.

Se proponen tres fases para tratar de vencer estos obstáculos y alcanzar un buen aprendizaje: la primera es conocerlos obstáculos, fase en la que:

El docente debe tomar conciencia de estos obstáculos y hacerlos saber a sus estudiantes. La detección de éstos por parte del maestro constituye entonces el preámbulo indispensable para iniciar el trabajo didáctico. La toma de conciencia por parte de los alumnos de sus propios errores aunque este primer paso no basta para producir una superación inmediata, tiene un valor importante en el mismo. (Mora, 2014, p.10)

La segunda fase es el resquebrajamiento del obstáculo, donde el maestro lleva a los estudiantes a analizar las diferentes interpretaciones dadas al concepto estudiado para finalmente llegar a una conciliación entre las ideas que ellos tienen y la definición dada por el docente.

La tercera, es el franqueamiento del obstáculo, donde luego de reconocidos los errores, se procede a la elaboración de una alternativa conceptual por parte de los estudiantes en donde se definen los conceptos de modo que las explicaciones que dan los niños sean cercanas a las explicaciones que están en los textos, “pero debe emplearse un léxico sencillo, semejante al que ellos utilizan cotidianamente, de manera que los niños puedan comprenderlo e interiorizarlo, y así utilizarlo con más frecuencia” (Mora, 2014, p.11).

Brousseau (citado por Palarea, 1994) caracteriza un obstáculo como aquel conocimiento que ha sido en general satisfactorio durante un tiempo para la resolución de ciertos problemas, y que por esta razón se fija en la mente de los estudiantes, pero que posteriormente este conocimiento resulta inadecuado y difícil de adaptarse cuando el alumno se enfrenta con nuevos problemas, entonces se puede tomar los obstáculos

cognitivos como “el producto de la experiencia previa de los estudiantes y del procesamiento interno de estas experiencias” (Palarea, 1994, p.93).

Desde otro punto de vista, un obstáculo cognitivo es un conocimiento que tiene un aspecto negativo y otro positivo: negativo porque se interpone a lo que debería ser conocido, pero, al mismo tiempo, tiene un funcionamiento positivo porque es parte constitutiva del nuevo conocimiento que está a la espera de ser alcanzado y por tanto es necesario (Castro, 2006).

Castro (2006) reconoce tres orígenes de obstáculos cognitivos: ontogénicos, didácticos o epistemológicos.

Los obstáculos de origen ontogénico son los que sobrevienen del hecho de las limitaciones (neurofisiológicas entre otras) del sujeto a un momento de su desarrollo: él desarrolla conocimientos apropiados a sus medios y a sus objetivos. Los de origen didáctico son los que parecen no depender más que de una elección o de un proyecto de sistema educativo en la forma de presentar y gestionar la enseñanza. Y los obstáculos de origen epistemológico son los ligados a la naturaleza del conocimiento mismo y que son propios de él, se repiten en la historia, muestran su persistencia y dificultad para evolucionar. (p.29)

Santos (2001) reconoce varios obstáculos que bloquean el aprendizaje de la escuela, entre ellos: la rutinización de las prácticas profesionales, la burocratización de los cambios, la supervisión temerosa, la desmotivación del profesorado, entre otros. Pero este autor evidencia una realidad: la masificación de alumnos, en donde argumenta “es cierto que el hecho de que haya pocos alumnos no significa que automáticamente, vaya a mejorar la actitud y la calidad de la intervención. Pero es una condición necesaria para que esto pueda suceder” (Santos, 2001, p.5).

Santos (2001) afirma:

La masificación dificulta la atención a la diversidad. No es posible conocer bien a todos los alumnos, adaptarse a sus peculiaridades, profundizar en el análisis de la calidad de las prácticas. Creo que la masificación en el tamaño del centro también hace más difíciles las relaciones entre las personas. Una institución excesivamente grande tiene mayores dificultades para el cambio, para la flexibilidad y para el desarrollo de la creatividad. (p.5).

En este orden de ideas, se puede decir que los obstáculos de aprendizaje son esas barreras que dificultan el aprendizaje de cualquier concepto o proceso en un grupo de estudiantes, las cuales se ven influenciadas fuertemente por los preconceptos o ideas previas que los educandos han construido a lo largo de sus vivencias y exploraciones; por lo tanto deben conocerse y tener en cuenta como punto de partida para el proceso de enseñanza-aprendizaje.

## 2.3 Unidades Didácticas

Blasco & Mengual (2004) se refieren a la programación de aula, como el conjunto de unidades didácticas diseñadas por los profesores para ser desarrolladas en un tiempo determinado, que puede ser una quincena, un mes, un trimestre o todo un curso académico; definen las unidades didácticas como “la unidad de trabajo diseñada y desarrollada por el/la profesor/a en función de las características propias de cada aula, ajustada y secuenciada a cada área .....con una duración determinada, que estará supeditada a los aprendizajes previos de los alumnos, y que organizada en subunidades (sesiones), tiene como fin último lograr el aprendizaje de los alumnos en relación con un tema determinado”.

En el proceso de elaboración de la Unidad Didáctica Blasco & Mengual (2004) destacan cuatro fases: diagnóstico, diseño, realización y evaluación.

Fase de diagnóstico: En ella se revisarán y considerarán el contexto del centro, por ejemplo, los conocimientos previos de los alumnos respecto al tema de la unidad, los materiales y recursos...y toda información que redunde en la aportación de conocimiento para una mejor adecuación de la unidad al ciclo o nivel en el que se va a desarrollar.

Fase de diseño: Esta fase constituye el momento en el que los/as profesores/as, en función de las informaciones anteriores, proceden a plasmar las intencionalidades educativas para un periodo concreto de enseñanza-aprendizaje.

Fase de realización: Consiste en la aplicación o desarrollo de la unidad didáctica, es decir cuando se desarrollan por los/as profesores/as en las clases las actividades de enseñanza-aprendizaje, en forma de sesiones de entre 50/60 minutos.

Fase de evaluación: Representa la reflexión que, los/as profesores/as deben realizar durante y después de la aplicación de la unidad didáctica, con la intención de poder comprobar el funcionamiento de la misma, y en su caso realizar las oportunas modificaciones.

Para Shulman (citado por Garcia & Garritz, 2006) una unidad didáctica es, un instrumento para desarrollar las formas más útiles de representación y formulación del tema que lo hace comprensible a otros.

Según Contreras (citado por Blasco y Mengual, 2004) una unidad didáctica es un proyecto didáctico específico, desarrollado por un profesor concreto y para un concreto número de alumnos, en una situación concreta y para una disciplina.

Para Tamayo (citado por Gonzales, 2014) un buen modelo de unidad didáctica se basa en el modelo constructivista, el cuál integra aspectos como: historia y epistemología de los conceptos, las ideas previas de los estudiantes, la reflexión metacognitiva, los múltiples lenguajes que incluyen las tic y el proceso de evolución conceptual como aspecto que permite una evaluación formativa". Tamayo (citado por Rivera, 2013) enfatiza en las unidades didácticas como un proceso flexible de planificación de la enseñanza de los contenidos relacionados con un campo del saber específico.

Rivera (2013) tiene en cuenta la unidad didáctica como una herramienta en la cual se presentan actividades para apoyar a los estudiantes en su proceso de aprendizaje, y que permite estimularlos en niveles altos de pensamiento y de análisis a lo largo de cada una de las actividades.

Quintanilla (citado por Herrera, 2014), define las unidades didácticas como guías para profesores y estudiantes que contribuyen a la formación y promoción de competencias científicas, cognitivas y lingüísticas, también a la capacidad creativa del docente y del estudiante y aspectos teóricos, metodológicos y prácticos; propone el uso de unidades

didácticas para el desarrollo del pensamiento científico, solucionando problemas para que se estimule el pensamiento de los estudiantes.

De acuerdo a lo anterior, se podría definir una unidad didáctica como el resultado de la planeación de diversas actividades encaminadas a lograr la comprensión en profundidad de un tema, concepto o proceso cualquiera; y esta planeación debe tener en cuenta aspectos, como las ideas previas de los estudiantes, su edad, e ideas principales y secundarias del concepto, todo para lograr apoyar y retroalimentar a profesores y estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

## **2.4 Epistemología del concepto Calentamiento Global**

Los antecedentes históricos de la contaminación ambiental son la base para comprender los principales aspectos del calentamiento global (definición, causas, consecuencias y mitigación), los cuales fueron tenidos en cuenta para la elaboración de la unidad didáctica, diseñada en pro de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto.

La historia de la contaminación ambiental se puede describir en 4 momentos (Merchan, 2010).

- Contaminación por nómadas (cazadores y recolectores)
- Contaminación por agricultura y pastoreo
- Revolución industrial (contaminación por industrias)
- Sociedades modernas

---

### 2.4.1 Contaminación por nómadas (cazadores y recolectores)

Durante la época Paleolítica, los hombres eran nómadas y se caracterizaban principalmente por ser cazadores (animales salvajes con armas hechas de piedra), pescadores (en los ríos y lagos empleando en un principio las manos después palos y redes), y recolectores (recogían y recolectaban lo que encontraban en la naturaleza, como frutas, raíces, miel, gusanos, etc.). Sus viviendas eran en cavernas (encontradas en los cerros), después algunos en chozas hechas de ramas y pieles de animales. Fabricaron armas y herramientas como hachas, puntas de lanza y flechas; raspadores para curtir pieles, punzones para perforar, redes de pesca (hechas de fibra de plantas), dardos, arpones y agujas de huesos; cuerdas de intestinos de animales y tendones. Empleaban la piedra, madera, dientes, colmillos y huesos de animales (Malvat, 2010).

Practicaban el arte rupestre que eran dibujos hechos en las paredes de sus cuevas, donde representan solo animales u hombres cazando animales. Emplearon polvo de carbón y tintes de vegetales mezclados con grasa de animal, sangre o resinas aplicándolos con las manos o pinceles de pelos de animales. Se supone que eran hechos por chamanes o hechiceros para asegurar la caza. Descubren el fuego golpeando dos piedras de sílex. Se agrupan en bandas (unas o más familias) hordas (familias unidas por necesidades de alimentos o defensa de tierras, etc.), clanes (familia unidas por ser descendientes de un antepasado común o tótem). Los hombres llevaban tatuajes, vestimenta o adornos representando al tótem. Tenían la obligación de ayudarse mutuamente y a casarse entre los miembros del clan (Malvat, 2010).

La contaminación producida por los nómadas se caracteriza por:

- Establecerse en un sitio hasta que se agotaban los recursos (como la madera para el fuego, frutos o animales para el alimento).
- Acumulación suficiente de desechos orgánicos y restos de animales que los hacían migrar.

## 2.4.2 Contaminación por agricultura y pastoreo

La agricultura es el arte de cultivar la tierra, y es la principal actividad para el desarrollo autosuficiente y riqueza de las naciones; Villareal, Z., Garcia, D., & Colunga, P. (2008) afirman que

Uno de los acontecimientos más importantes en la historia humana ha sido el cambio de una economía sustentada en la caza y la recolección de plantas a una basada en la agricultura (Smith, 1998; 2005). Se ha planteado que este cambio ocurrió de manera independiente en por lo menos seis regiones del mundo, entre 11000 y 5000 AP en áreas tropicales y subtropicales con alta biodiversidad; a partir del él los grupos recolectores-cazadores satisficieron sus necesidades de supervivencia diaria e iniciaron un largo proceso de manejo y selección que condujo a la agricultura y a la domesticación de plantas y animales (Smith, 2005; Gepts, 2008). Mesoamérica, junto con el Cercano Oriente y el norte de China, es uno de los tres centros primarios de domesticación en el mundo (Harlan, 1972); en esta región plantas como el maíz, los frijoles, las calabazas, los chiles, los tomates, los nopales y los agaves fueron domesticadas e integradas a un sistema agroalimentario denominado milpa, que fue la base para el desarrollo de las altas culturas en el Nuevo Mundo, gracias a su complementariedad ecológica y nutricional (Smith, 1995; Hancock, 2004). (p.4)

Para Krapovickas (2010)

Los hallazgos de cultígenos en yacimientos arqueológicos sudamericanos indican que entre 8000 y 2500 años a.C. se ubican los primeros indicios de la mayoría de los cultivos de importancia económica que posibilitaron el desarrollo de las diversas culturas precolombinas (Pearsal, 1992). En América recién en 3200 a.C. aparecen los primeros trastos de cerámica, de modo que el proceso de domesticación es claramente pre cerámico. Los primeros cultígenos aparecen unos 8000 años a.C., pero estamos en presencia del acontecimiento del hallazgo arqueológico. Un cultígeno es el resultado de un largo proceso de domesticación, que debe haber empezado mucho antes. (p.195)

La ganadería se inició en el periodo Neolítico o nueva piedra hace unos 10.000 años, pero se piensa pudo haber comenzado mucho antes. Se ha especulado que los seres

humanos utilizan el fuego hace 1.500.000 años, pero la única evidencia arqueológica obtenida hasta ahora establece la fecha del uso del fuego para cocinar en hace 12.500 años, como se indica por el descubrimiento de ollas de barro en el este de Asia y Mesopotamia. Se piensa que las cabras y ovejas fueron domesticadas en toda Asia hace 8.000 años a.C. El trigo fue domesticado y de amplio uso en Mesopotamia por 7.700 años a.C., y los cerdos desde 6500 años a.C. La ganadería se practica ampliamente por todo el mundo y se han domesticado animales utilizados en la fuerza de trabajo (por ejemplo, en el arado y transporte), como animales de compañía y, como fuente de alimento. Los caballos fueron domesticados por 4.000 a.C. y, con el tiempo, se convirtieron en un componente importante en la guerra (Mark, 2015).

Junto con la agricultura y aparición de la zootecnia (domesticación, cuidado y cría de animales) se mejoró en gran manera las actividades sedentarias de todos los grupos en aquella época; también por este tiempo se afianza el uso del fuego y la utilización de herramientas rudimentarias en madera, piedra y metales. Todos estos aspectos permiten mejorar la calidad de vida de las personas y mejora las condiciones de trabajo, lo que lleva a un incremento de la población. La revolución agrícola empieza a influir drásticamente en el medio ambiente, ya que los ecosistemas naturales paulatinamente son reemplazados por ecosistemas urbanos y agroecosistemas, también se da la acumulación de gases efecto invernadero producidos principalmente por los desechos orgánicos de los animales de granja.

La agricultura y el pastoreo se caracterizan por las siguientes situaciones:

- Derribar bosques, arbustos y maleza para la siembra de los productos agrícolas.
- Cuando las cosechas disminuían, los labradores se desplazan a otras áreas talando otros bosques para la ubicación de nuevas parcelas.
- La agricultura llevó al aumento de la población, disminución de los ecosistemas naturales y aumento de los ecosistemas urbanos.

- Deterioro de la calidad de vida en los asentamientos urbanos por aparición de nuevas enfermedades e incremento de la violencia por la tenencia de la tierra.
- Modificación en las leyes de asociación vegetal por la lucha contra las “malas hierbas” y “plagas”.
- Acumulación de gases efecto invernadero por los desechos de animales principalmente bovinos.

### 2.4.3 Revolución industrial (contaminación por industrias)

Se puede llamar revolución industrial

al complejo de innovaciones tecnológicas que, al sustituir la habilidad humana por la maquinaria y la fuerza humana y animal por energía mecánica, provoca el paso desde la producción artesanal a la fabril, dando así lugar al nacimiento de la economía moderna. (Chaves, 2004, p.96)

La revolución industrial tiene su génesis a finales del siglo XVIII y comienzos del siglo XIX en Inglaterra; por un lapso aproximado de cien años se dio una revolución en la estructura y el funcionamiento de la economía que condujo a un crecimiento económico sostenido. Se da un aumento de la productividad como consecuencia de tres cambios relevantes: *a*), un cambio estructural (la transferencia de recursos de una agricultura de baja productividad a industrias y servicios de alta productividad); *b*) el incremento de los factores actuantes (rápido aumento de la población y de la acumulación de capital, ampliación de las áreas de labranza y masivo incremento de la extracción de materias primas, especialmente carbón y hierro); y *c*) una creciente eficiencia (organización económica a través del desarrollo de la manufactura en reemplazo del trabajo en el taller o el hogar, y el de la agricultura estructurada) (Hartwell, 2010).

Los principales avances tecnológicos de la Revolución Industrial incluyen: el uso de nuevos materiales como el hierro y el acero; de nuevas fuentes de energía como el carbón y nuevas fuerzas motrices como la máquina de vapor. Se inventaron nuevas

máquinas para hilar y para tejer (el telar mecánico) que permitían un enorme incremento de la producción con un mínimo gasto de energía humana. Surgirá una nueva forma de organización del trabajo (factory system) que contempla la división del trabajo y una mayor especialización de la mano de obra. También deben destacarse las importantes mejoras de los transportes (trenes y barcos de vapor) y la creciente interacción entre la ciencia y la industria. Estos cambios tecnológicos llevaron a un vertiginoso incremento del uso de recursos naturales y de la producción en masa de bienes manufacturados. Fuera del campo industrial se producirán también importantes cambios: mejoras en la agricultura que hacía posible el suministro de alimentos para una creciente población urbana; declive de la tierra como principal fuente de riqueza con el creciente papel que irán tomando la industria y el comercio internacional (Galbiatti, 2006).

La economía mundial al estar basada ahora en el uso de máquinas e industrias, llevó a la humanidad a un gran gasto de energía, lo que implica el uso irracional de los recursos fósiles no renovables, donde el 88% de la energía procede del carbón, gas natural y petróleo, lo cual ha acelerado el agotamiento de las reservas naturales. Con la construcción de máquinas y fábricas se eleva el consumo de energía, que proviene de la quema de combustibles fósiles.

La revolución industrial llevó a los siguientes aspectos que contribuyeron al aumento de la contaminación mundial y su calentamiento:

- Se empiezan a utilizar los depósitos superficiales de carbón.
- Se inventa la máquina de vapor para bombear agua y generar fuerza, ésta funcionaba con la quema de enormes cantidades de carbón que liberaron grandes volúmenes de CO<sub>2</sub> al ambiente.
- Se inicia el incremento de la temperatura por la acumulación de CO<sub>2</sub>.
- Con la construcción de máquinas y fábricas se eleva el consumo de energía, que proviene de la quema de combustibles fósiles.

## 2.4.4 Sociedades modernas

### La aparición de los CFC

En 1928 fueron desarrollados los Clorofluorocarbonos (CFC) por el ingeniero Thomas Midgley quien trabajaba para la General Motors Corporation. Midgley desarrolló los CFC como una alternativa para el amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), clorometano ( $\text{CH}_3\text{Cl}$ ), y el dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) que son tóxicos pero que eran de uso común como refrigerantes en aquella época. Debido a su estabilidad físico-química y nula toxicidad, los CFC se emplean ampliamente como líquidos refrigerantes, agentes extintores y propelentes para aerosoles (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, 2013).

Los CFC siempre habían sido considerados inofensivos y poco activos para reaccionar, por lo que James Lovelock cerca de 1970 decide utilizarlos como trazadores para estudiar las corrientes atmosféricas, siendo el primero en realizar investigaciones sobre los CFC en la atmósfera. En 1973 Lovelock publica sus hallazgos, donde concluye que los CFC se encontraban flotando en la estratósfera y que se acumulaban en ella, pero que no constituían ningún peligro. Posteriormente, Sherwood Rowland y Mario Molina de la Universidad de California deciden investigar acerca de cuál era el efecto que podían tener estos compuestos en la atmósfera alta (Gomez, 2000).

Los CFC se estaban acumulando,

Lester Machta de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration) y Lovelock habían manejado cifras y habían llegado a la conclusión de que las cantidades de CFC medidas eran aproximadamente iguales a la suma total de todos los CFC producidos hasta esa fecha (1973). Rowland pensó que si no había nada en la troposfera que los destruyera, éstos deberían finalmente llegar a la estratosfera, aquí se encontrarían con altos niveles de radiación UV que indudablemente los destruiría. (Gomez, 2000, p.41)

Los CFC que eran destruidos liberarían átomos de cloro que son muy reactivos y que atacarían el ozono.

El mecanismo a través del cual atacan la capa de ozono es una reacción fotoquímica: al incidir la luz sobre la molécula de CFC, se libera un átomo de cloro con un electrón libre, denominado radical cloro, muy reactivo y con gran afinidad por el ozono, rompiendo la molécula de éste último. La reacción es catalítica, se estima que un solo átomo de cloro destruye hasta 30.000 moléculas de ozono. El CFC permanece durante unos dos años en las capas altas de la atmósfera donde se encuentra el ozono. (Plazas, 2012, p.38)

Al comprobar el efecto negativo de los CFC sobre el ozono atmosférico, se generó una búsqueda dramática de alternativas de sustitución, que obligó a importantes inversiones dentro de las empresas fabricantes de frío. El trabajo se concentró en moléculas similares a los CFC que pudiesen mantener en lo posible las propiedades ventajosas de éstos, pero que se degradaran más rápidamente (Stavro, 2007).

Molina y Rowland en 1974 proponen una alternativa a los CFC, añaden hidrógeno a la molécula y crean los HCFC, que eran moléculas con las mismas propiedades pero menos estables en la atmósfera inferior, permitiéndoles descomponerse antes de alcanzar la capa de ozono (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, 2013).

De esta manera surge la familia de los Hidroclorofluorocarbonados (HCFC). Estas sustancias, aunque disminuyen significativamente su daño sobre el ozono, no son completamente inocuas. Por lo tanto se clasifican como sustancias de transición y deben también empezar a ser sustituidas a partir del año 2016. La enmienda de Copenhague en 1992 introduce los HCFC y los HBFC como sustancias de transición que deben ser controladas. Por otro lado se sintetizaron los Hidrofluorocarbonados (HFC), los cuales no tienen cloro en su molécula y por lo tanto no afectan la capa de ozono. Se consideran como sustancias definitivas por el Protocolo de Montreal (Stavro, 2007).

## 3. Metodología

### 3.1 Enfoque del trabajo

El presente trabajo está desarrollado mediante un enfoque cuantitativo-descriptivo.

Según el grupo radar de investigación de mercadeo y opinión (2015), “las investigaciones cuantitativas se realizan mediante encuestas, que consisten en una recolección sistemática de información en una muestra de personas y mediante un cuestionario pre-elaborado. Se aplican cuando se pretende obtener resultados proyectables a un determinado *target*”. El tipo de muestra estudiado para este trabajo de profundización es aleatoria-simple, en donde del total de los integrantes de la población (estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Técnica Alfonso Palacio Rudas) se extrae una muestra al azar.

Para Hueso & Cascant (2012) la estadística aplicada ayuda a describir, explicar y predecir situaciones; se utiliza para mostrar una realidad a través de una síntesis, comparación y presentación de datos, apoyando así el aprendizaje y/o la toma de decisiones. Hueso & Cascant (2012) afirman que “la estadística descriptiva se dedica a los métodos de organización, descripción, visualización y resumen de datos originados a partir de la recogida de información. Los datos pueden ser resumidos numéricamente o gráficamente” (p. 38). Los datos del presente trabajo se resumen numérica y gráficamente.

## **3.2 Contexto del trabajo**

Este trabajo se desarrolló en el municipio de Ibagué, comuna 8, en la Institución Educativa Técnica Alfonso Palacio Rudas, con los estudiantes del único grado décimo, jóvenes pertenecientes a los estratos 1 y 2; de una población de 38 estudiantes, se tomó una muestra al azar constituida por 20 estudiantes tanto hombres como mujeres, con edades que oscilan entre los 14 y 18 años. Esta Institución Educativa cuenta con una buena sala de sistemas con conectividad a la web por temporadas, buenos equipos audiovisuales y un laboratorio de física y química en condiciones precarias.

## **3.3 Etapas del trabajo**

Para lograr los objetivos planteados en este trabajo final de maestría, se establecieron las siguientes etapas y actividades

### **3.3.1 Etapa Inicial**

- Planteamiento del problema
- Planteamiento de objetivos
- Planteamiento de la metodología

### **3.3.2 Etapa de diagnóstico**

Para indagar los obstáculos en el aprendizaje del concepto calentamiento global en los estudiantes de grado décimo encuestados, se preparó un cuestionario de ideas previas acerca del concepto, el cual fue avalado por una experta, (Anexo 1). El instrumento de evaluación de las ideas previas consta de 16 preguntas, 12 abiertas (1, 2, 3, 4, 6, 8, 11, 12, 13, 14, 15 y 16) y 4 cerradas (5, 7, 9 y 10) agrupadas en 4 categorías (definición,

causas, consecuencias y mitigación) de acuerdo a los aspectos básicos del calentamiento global, según lo planteado por Pérez & Vallejo (2010).

Las preguntas se agruparon de la siguiente manera:

Preguntas 1 y 2.

Buscan indagar las ideas previas de los estudiantes acerca de la **definición** del concepto clima y cambio climático.

Preguntas 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11.

Se formulan para determinar las ideas previas a cerca de las **causas** del cambio climático.

Preguntas 12 y 13.

Indagan ideas previas sobre las **consecuencias** del cambio climático

Preguntas 14, 15 y 16.

Conocimientos acerca de la **mitigación** del cambio climático

### **3.3.3 Análisis de la información**

Para el análisis y cierre de las preguntas abiertas se procedió de la siguiente manera.

---

Se anota la respuesta a la primera pregunta abierta del primer cuestionario en una hoja. Si la respuesta a la primera pregunta del segundo cuestionario es similar, se anotará en la misma hoja, si es diferente, se anotará en otra hoja y así sucesivamente hasta terminar con la primera pregunta de todos los cuestionarios. Una vez terminado el análisis de la primera pregunta de todos los cuestionarios, se hará un resumen de las respuestas en cada hoja (buscando términos comunes, agrupándolas en categorías y codificando nuevas categorías) así como del número de respuestas en cada hoja. Posteriormente, se hará lo mismo con cada una de las preguntas abiertas hechas en el cuestionario. (Hueso y Cascant, 2012, p.37)

Los datos del presente trabajo se resumen numérica y gráficamente para una mejor visualización y comprensión, luego se establecen los posibles obstáculos para el aprendizaje del concepto calentamiento global de la atmósfera de los estudiantes encuestados.

Para el análisis de la información, las respuestas de los estudiantes (al instrumento de evaluación de ideas previas) se codificaron asignando a cada estudiante un número de manera aleatoria. Cada pregunta se presenta con la respuesta del respectivo estudiante de la siguiente manera 2.3, 2.4, 2.5...(número de la pregunta, número de estudiante); ejemplo, 2.3 nos indica, pregunta número 2, respuesta del estudiante 3. Esta codificación permite tabular los datos y presentarlos de manera gráfica, además establecer las ideas previas acerca del concepto y obstáculos de aprendizaje.

### **3.3.4 Diseño de la Unidad Didáctica**

A partir de los obstáculos determinados con el instrumento de evaluación de ideas previas, se procedió a diseñar la unidad didáctica para la enseñanza-aprendizaje del concepto calentamiento global de la atmósfera en estudiantes de educación media.

La unidad didáctica se compone de 4 actividades enmarcadas en los 4 aspectos básicos del calentamiento global (definición, causas, consecuencias y mitigación). Cada actividad

presenta la estructura de unidad didáctica propuesta por Tamayo (citado por González, 2014): primero, la identificación de los obstáculos frente al aprendizaje del concepto; segundo, objetivos planteados para superar los obstáculos encontrados; tercero, una serie de actividades para cumplir con los objetivos propuestos; cuarto y quinto, reflexión sobre el proceso de aprendizaje y evaluación respectivamente. De acuerdo a Gonzales (2014) estos procesos se llevan a cabo durante toda la aplicación de las actividades y pueden mostrar la evolución del aprendizaje en los estudiantes.

Actividades de la Unidad Didáctica:

Actividad No 1. Qué es el clima y el cambio climático?

Actividad No 2. Qué causa el cambio climático?

Actividad No 3. Cuáles son las consecuencias del cambio climático?

Actividad No 4. Qué se está haciendo para evitar el calentamiento global?

## 4. Análisis de resultados

### 4.1 Análisis del cuestionario de ideas previas

Analizando la información del cuestionario de ideas previas, se tiene los siguientes resultados:

#### Pregunta número 1.

La ciudad de Melgar presenta una temperatura promedio de 30°C y es catalogada como una ciudad cálida; en la ciudad de Bogotá, la temperatura promedio es de 14°C y es conocida como una ciudad moderadamente fría. De acuerdo a esto, ¿cómo definirías el clima?

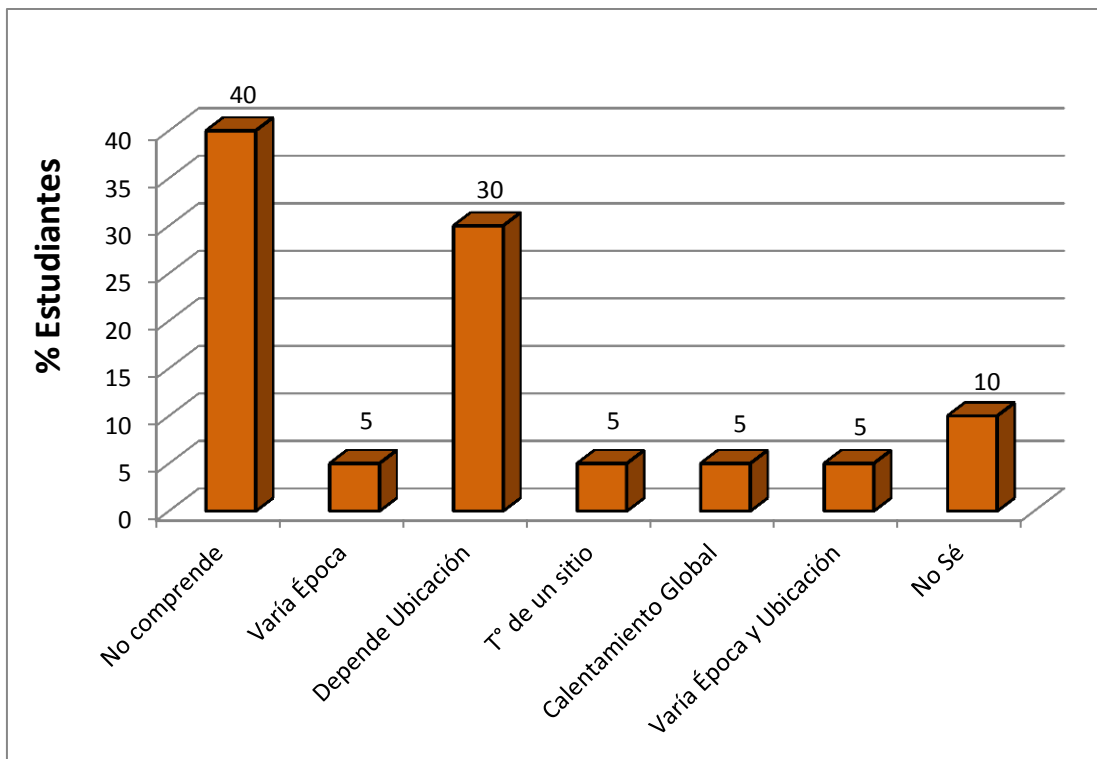
**Tabla 4.1:** Respuestas de los estudiantes a la pregunta 1.

| Respuestas              | Número de estudiantes |
|-------------------------|-----------------------|
| No comprende            | 8                     |
| Varía Época             | 1                     |
| Depende Ubicación       | 6                     |
| T° de un sitio          | 1                     |
| Calentamiento Global    | 1                     |
| Varía Época y Ubicación | 1                     |
| No Sé                   | 2                     |

El clima, se define como “las condiciones atmosféricas predominantes de un lugar durante un periodo determinado” (Pérez, 2010, p.112). Según la tabla 4.1 las respuestas de los estudiantes muestran que ellos dan características del concepto, pero no lo definen técnicamente. El 40% de los encuestados probablemente no comprenden la pregunta, pues sacan un promedio de los dos climas y lo sustentan como respuesta (1.1, 1.10, 1.12, 1.18) o argumentan por qué Bogotá es fría o Melgar es caliente (1.7, 1.9,

1.16, 1.19). Para otros el clima es el calentamiento global. Estos aspectos se pueden apreciar en la gráfica 4.1.

**Gráfica 4.1:** Porcentaje de respuestas de los estudiantes a la pregunta 1.



### Pregunta número 2.

El calentamiento o enfriamiento de la tierra se debe a un proceso llamado “forzamiento radiativo” que ocurre en la atmósfera terrestre; ¿sabes en qué consiste? Explícalo.

Para la tabulación de los datos, las respuestas de los estudiantes se agrupan en a,b,c,d,e,f y g de acuerdo a la similitud o igualdad de ellas.

- 2.1, 2.11. Asimilan el concepto como calentamiento por el agujero de la capa de ozono
- 2.2, 2.15. Calentamiento debido a la contaminación
- 2.3, 2.4. Son las radiaciones
- 2.6, 2.7, 2.8, 2.17. Son las diferentes formas de contaminación.
- 2.9. Enfriamiento por GEI y calentamiento por agujero de la capa de ozono

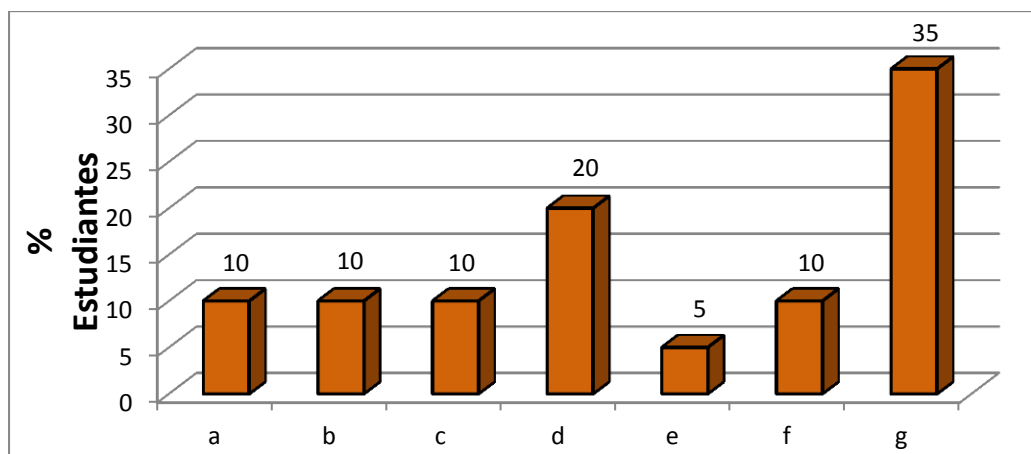
- f) 2.12, 2.13. Es el agujero de la capa de ozono  
 g) 2.5, 2.10, 2.14, 2.16, 2.18, 2.19, 2.20. No se

El 65% de los estudiantes relacionan el concepto con las causas o con las consecuencias del calentamiento global, pero no lo definen claramente, el 35% afirma no saberlo (tabla 4.2). En conclusión, los estudiantes no conocen el concepto “forzamiento radiativo”, para Pérez & Vallejo (2010), es la radiación que absorbe o emite la atmosfera y que tiende a calentar o enfriar la tierra, respectivamente.

**Tabla 4.2:** Respuestas de los estudiantes a la pregunta 2.

| Respuestas | Número de estudiantes |
|------------|-----------------------|
| a          | 2                     |
| b          | 2                     |
| c          | 2                     |
| d          | 4                     |
| e          | 1                     |
| f          | 2                     |
| g          | 7                     |

**Gráfica 4.2:** Porcentaje de respuestas de los estudiantes a la pregunta 2.



### Pregunta número 3.

El calentamiento global esta relacionado con los gases efecto invernadero (GEI) que se acumulan en la atmósfera, menciona los GEI que conozcas.

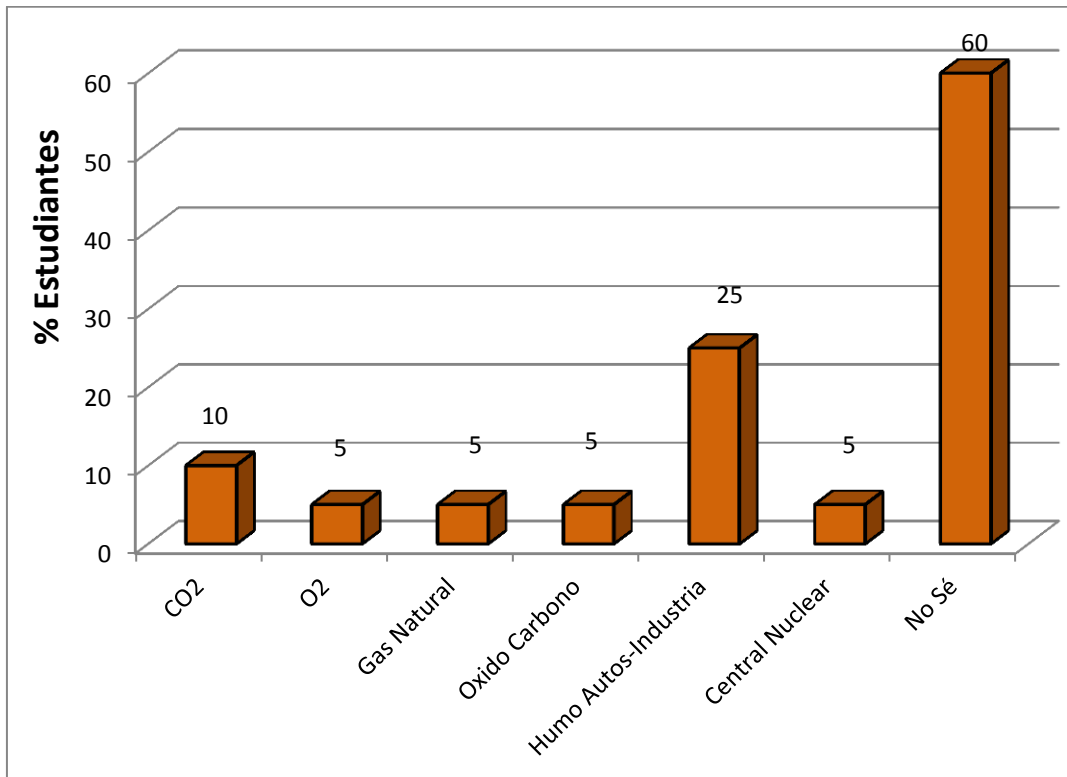
Los estudiantes convergen en las siguientes respuestas como gases responsables del efecto invernadero (tabla 4.3).

**Tabla 4.3:** Respuestas de los estudiantes a la pregunta 3.

| Respuestas           | Número de estudiantes |
|----------------------|-----------------------|
| CO <sub>2</sub>      | 2                     |
| O <sub>2</sub>       | 1                     |
| Gas Natural          | 1                     |
| Oxido Carbono        | 1                     |
| Humo Autos-Industria | 5                     |
| Central Nuclear      | 1                     |
| No Se                | 12                    |

Sólo el 10% reconoce uno de los GEI, el CO<sub>2</sub>; el 25% generaliza diciendo el humo de autos e industrias, pero no identifica los diferentes gases. La mayoría dice no saber. Esto evidencia que los estudiantes no conocen cuáles son los gases efecto invernadero. El 60% de los encuestados responden rotundamente no saber (gráfica 4.3).

**Gráfica 4.3:** Porcentaje de respuestas de los estudiantes a la pregunta 3.



#### Pregunta número 4

La señora Marina le cuenta a su nieto que en la ciudad de Ibagué hace unos 80 años, las personas vestían con saco de lana y ruana a causa del frío; contrariamente, hoy en Ibagué las personas se caracterizan por lucir ropa corta y refrescante. Las olas de calor son una consecuencia del calentamiento de la tierra. Realiza un relato donde expliques como se produce el calentamiento de la tierra.

Las respuestas de los estudiantes se resumen en la tabla número 4.4

**Tabla 4.4:** Respuestas de los estudiantes a la pregunta 4

| Respuestas      | Número de estudiantes |
|-----------------|-----------------------|
| Gases           | 1                     |
| Talas           | 3                     |
| Contaminación   | 9                     |
| Pérdida Ozono   | 6                     |
| No Se           | 1                     |
| UV Directos     | 3                     |
| Aumento Asfalto | 1                     |
| Erosión         | 1                     |
| GEI             | 1                     |
| Fenómeno Niño   | 2                     |
| Sobrepoblación  | 1                     |

Los estudiantes como respuesta anotan muchas de las causas y consecuencias del calentamiento de la tierra, pero ninguno explica el proceso de cómo ocurre este fenómeno. El 45% de los encuestados atribuyen el calentamiento global a la contaminación, el 30% a la pérdida de ozono, el 15% a la tala de árboles, entre otros; el proceso lo comprenden como las causas o las consecuencias. Algunas de las respuestas fueron:

**4.1** Pues el calentamiento global se produce por efectos de gases de cosas innecesarias y también porque las personas dañan el bosque el monte entre otros

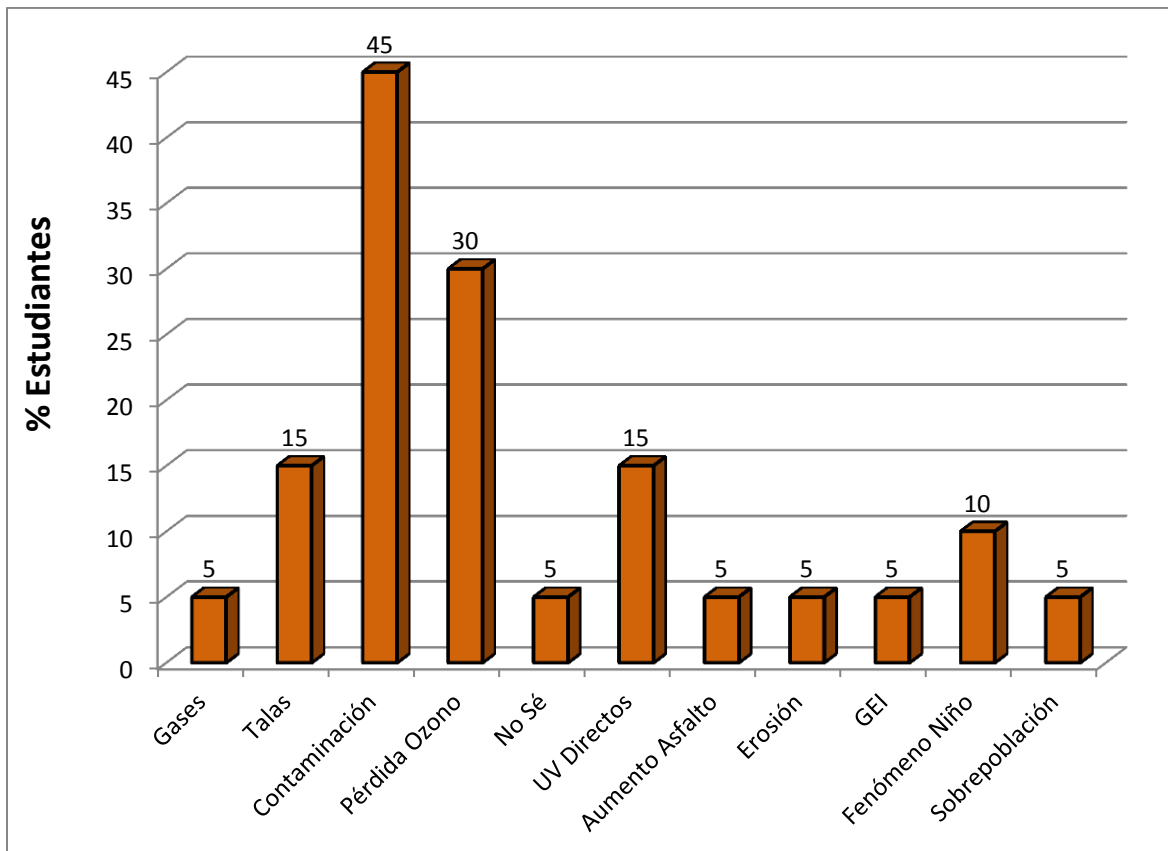
**4.2** Pues el calentamiento de la tierra se debe a la grande contaminación de la capa de ozono por ejemplo el humo de los automóviles este suceso afecta mucho al medio ambiente hay muchas maneras de contaminar nuestro medio hoy en día el medio ambiente está muy contaminado y prácticamente la capa de ozono está desapareciendo

debido a la alta suma de contaminación por eso para prevenir esto deberíamos realizar jornadas para cuidar y prevenir la contaminación de nuestro medio.

**4.12** Pues el agujero de la capa de ozono, el fenómeno del niño.

**4.14** El calentamiento de la tierra se produce por las quemas de todo tipo de cosas, por los incendios forestales, por el humo de los automóviles, por basuras, eso produce el calentamiento de la tierra.






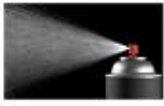



**Gráfica 4.4:** Porcentaje de respuestas de los estudiantes a la pregunta 4.



### Pregunta número 5

De las imágenes que se muestran a continuación, indica cuáles están relacionadas con el aumento de gases efecto invernadero (recuerda que puedes elegir varias opciones). (Adaptado de Conde, Sierra, Sánchez & Ruiz (2013)):

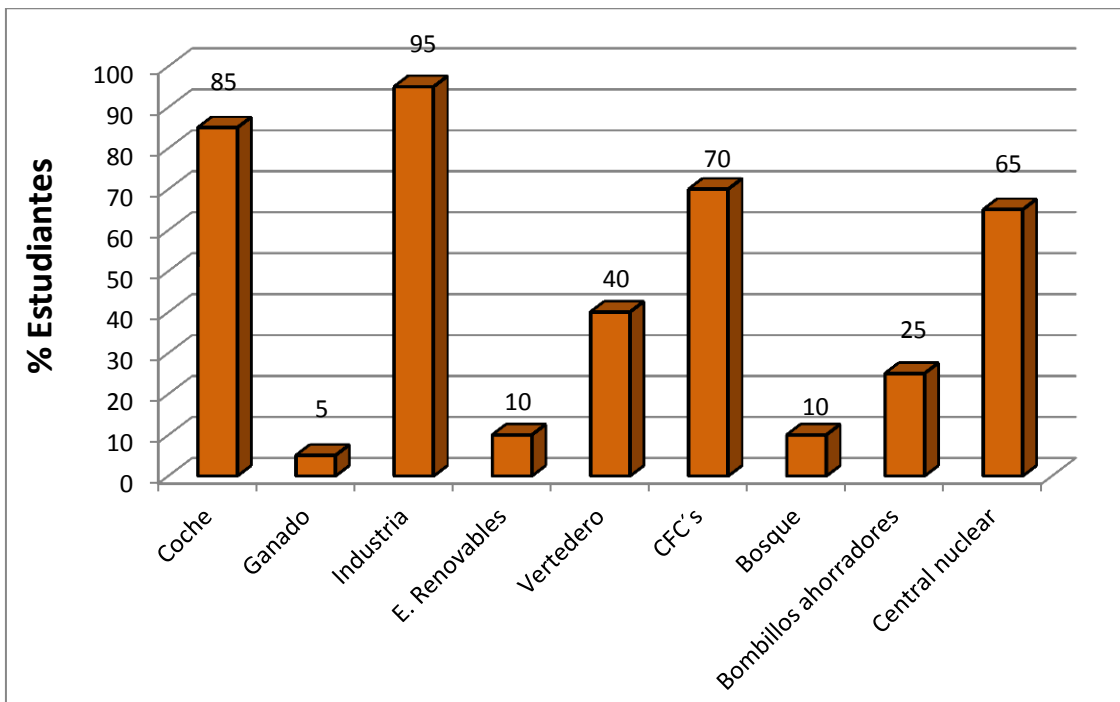
**Figura 4.1:** Posibles fuentes de emisión de GEI.

|   |  |
|---|--|
|  Coche (a)           |  Ganado (b)                |
|  Industria (c)       |  Energías renovables (d)    |
|  Vertedero (e)       |  CFC's (f)                 |
|  Bosque (g)          |  Bombillas bajo consumo (h) |
|  Central nuclear (i) |  |

Los estudiantes reconocen como principales fuentes de emisión de GEI a las industrias (95%), autos (85%) y aerosoles (70%). El ganado siendo una de las principales fuentes de metano no es tenido en cuenta por los estudiantes, pues solo el 5% (1 estudiante) lo reconoce (gráfica 4.5).

**Tabla 4.5:** Respuestas de los estudiantes a la pregunta 5

| Respuestas            | Número de estudiantes |
|-----------------------|-----------------------|
| Coche                 | 17                    |
| Ganado                | 1                     |
| Industria             | 19                    |
| E. Renovables         | 2                     |
| Vertedero             | 8                     |
| CFC's                 | 14                    |
| Bosque                | 2                     |
| Bombillos ahorradores | 5                     |
| Central nuclear       | 13                    |

**Gráfica 4.5:** Porcentaje de respuestas de los estudiantes a la pregunta 5.**Pregunta número 6**

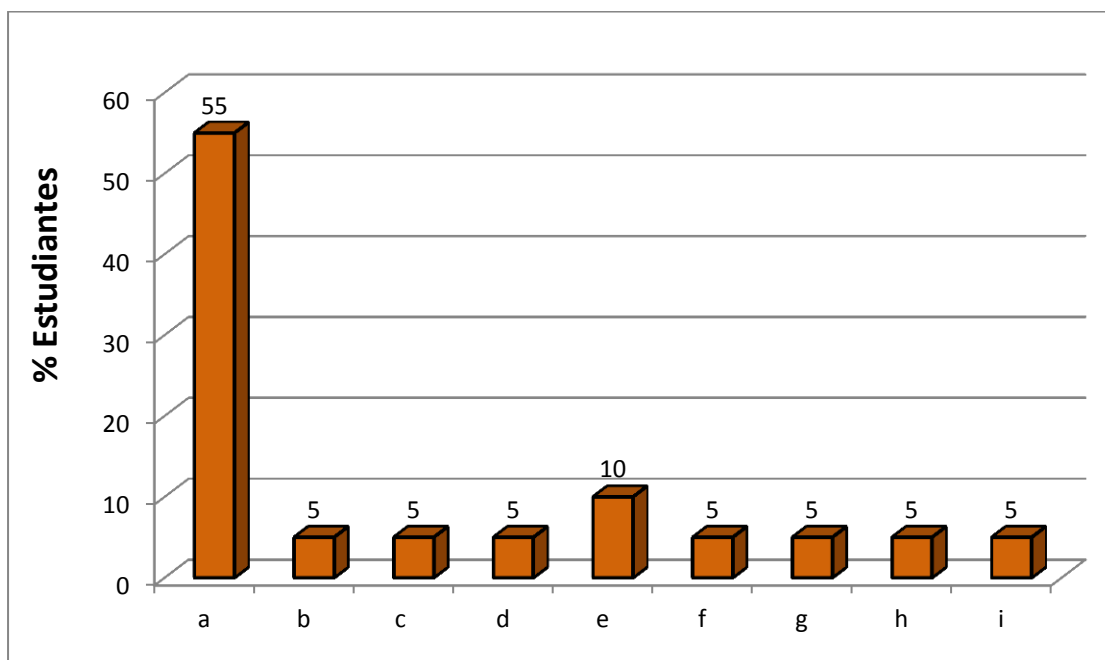
Algunas actividades naturales causan enfriamiento de la tierra, por ejemplo, las erupciones volcánicas, ¿cómo crees que se produce esto?

Para tabular la información, las respuestas de los estudiantes se agrupan de acuerdo a su similitud o igualdad así:

- a) 6.1, 6.5, 6.8, 6.11, 6.12, 6.14, 6.15, 6.16, 6.17, 6.18, 6.20. No se
- b) 6.2. Las erupciones se deben a la contaminación
- c) 6.3. Por cosas de la naturaleza
- d) 6.4. porque se congela al contacto con el agua y aire
- e) 6.6, 6.7. Por electromagnetismo
- f) 6.9. Por la capa de humo que no deja entrar los rayos del sol
- g) 6.10. El volcán estalla
- h) 6.13. Por el fenómeno del niño
- i) 6.19. Porque la corteza nuclear coagula

**Tabla 4.6:** Respuestas de los estudiantes a la pregunta 6

| Respuestas | Número de estudiantes |
|------------|-----------------------|
| a          | 11                    |
| b          | 1                     |
| c          | 1                     |
| d          | 1                     |
| e          | 2                     |
| f          | 1                     |
| g          | 1                     |
| h          | 1                     |
| i          | 1                     |

**Gráfica 4.6:** Porcentaje de respuestas de los estudiantes a la pregunta 6.

Sólo un estudiante 6.9 (5% de la población) describe cómo las erupciones volcánicas causan enfriamiento de la tierra:

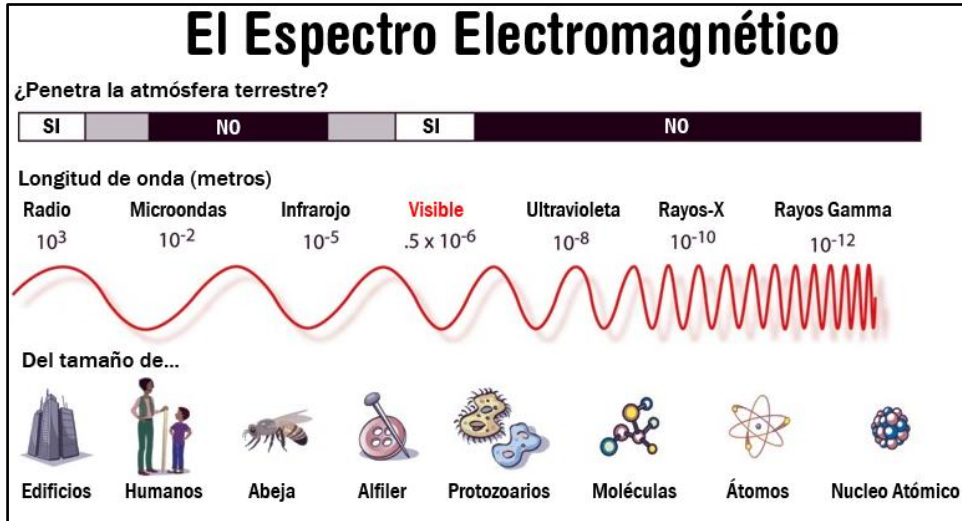
**6.9** Por la capa de humo que no deja entrar los rayos del sol.

El resto de los encuestados para responder por qué las erupciones volcánicas causan enfriamiento de la tierra dan explicaciones del porque suceden las erupciones, mas no porque causan enfriamiento de la tierra (tabla 4.6); lo que indica gran desconocimiento de este proceso en la población encuestada.

**Pregunta número 7**

La luz del sol está formada por diferentes tipos de radiaciones llamadas espectro electromagnético, que van desde los rayos gamma hasta las ondas de radio, como se observa en la figura. (Adaptado de Conde et al., 2013)

**Figura 4.2:** El espectro electromagnético.



Adaptado de: <http://www.astrofisicayfisica.com/2012/06/que-es-el-espectro-electromagnetico.html>

Señala cuál de estas radiaciones es responsable del cambio climático:

- Radiación Infrarroja
- Radiación Visible
- Radiación Ultravioleta
- Rayos x

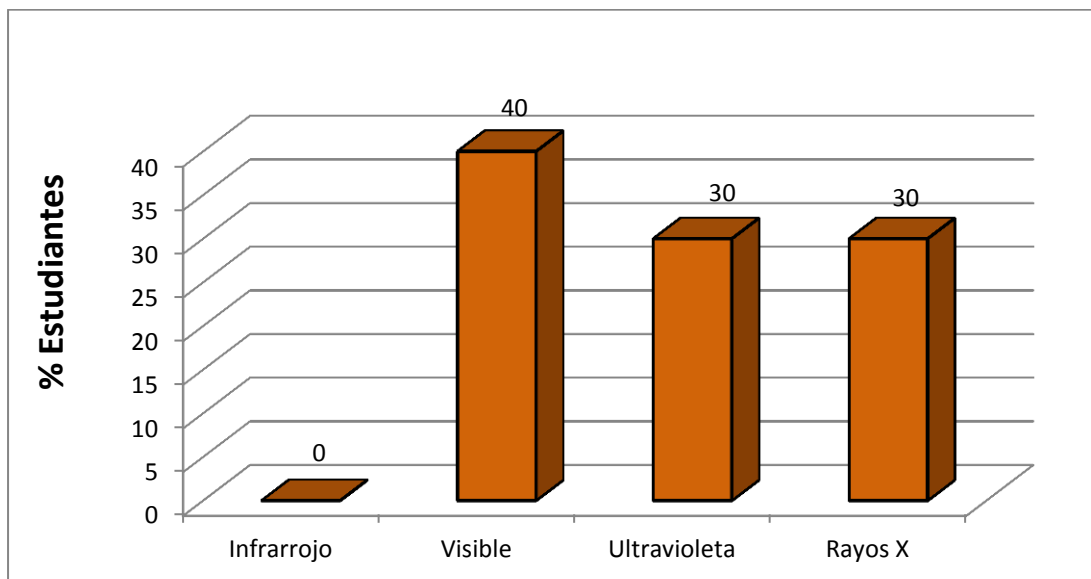
Las respuestas de los estudiantes se tabulan en la tabla 4.7.

**Tabla 4.7:** Respuestas de los estudiantes a la pregunta 7

| Respuestas   | Número de estudiantes |
|--------------|-----------------------|
| Infrarrojo   | 0                     |
| Visible      | 8                     |
| Ultravioleta | 6                     |
| Rayos X      | 6                     |

El cambio climático es producido por las radiaciones infrarrojas. Ningún estudiante señala esta opción como respuesta, el 40% responde: luz visible, el 30% luz UV y el 30% los Rayos X (gráfica 4.7); lo que muestra un desconocimiento de las principales causas del calentamiento global, aspecto que se puede considerar como un gran obstáculo para la enseñanza-aprendizaje de este concepto.

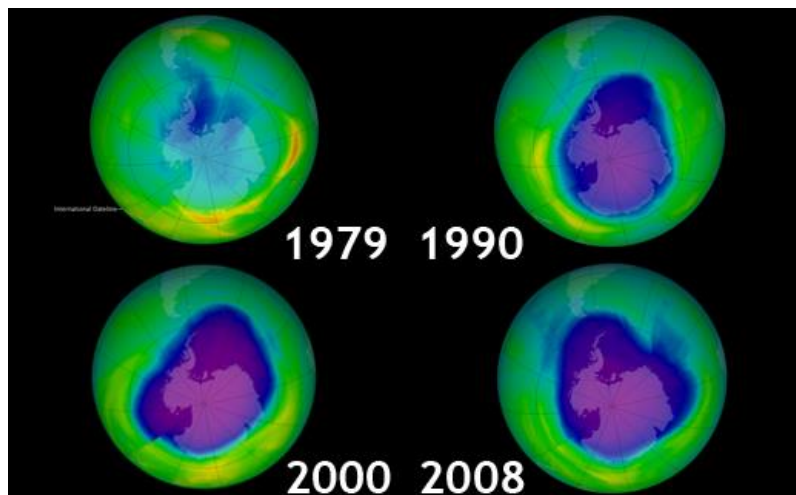
**Gráfica 4.7:** Porcentaje de respuestas de los estudiantes a la pregunta 7.



### Pregunta número 8

Año tras año se ha incrementado el agujero de la capa de ozono;

**Figura 4.3:** Incremento del agujero en la capa de ozono.



Tomado de <https://bach1ciencias.wikispaces.com/Problemas+en+la+capa+de+ozono>

Actualmente se estima que este agujero tiene un tamaño aproximado de 29 millones de  $\text{Km}^2$  ¿Crees que el incremento del agujero en la capa de ozono influye en el cambio climático de la tierra? Justifica tu respuesta.

Las respuestas de los estudiantes se agruparon para su tabulación de la siguiente manera:

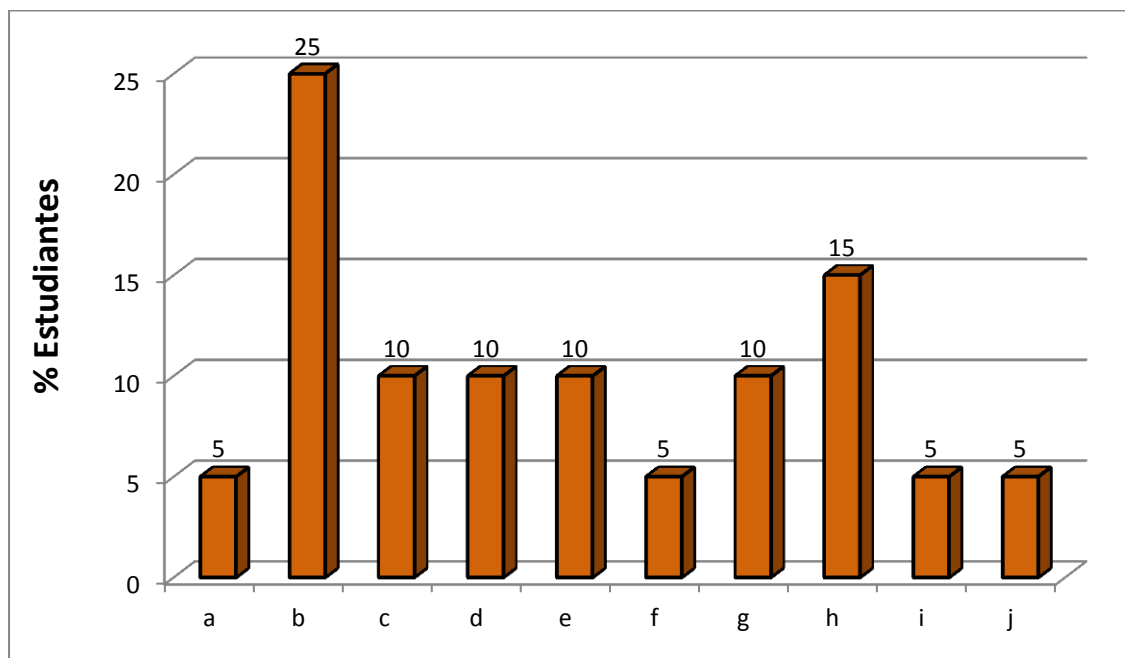
- a) 8.1. Sí, es necesario que esta capa este buena
- b) 8.2, 8.4, 8.8, 8.17, 8.18. Sí, porque la capa de ozono nos protege de los rayos solares
- c) 8.3, 8.15. Sí, porque los rayos del sol cada día son más fuertes
- d) 8.5, 8.11. Sí, porque protege la tierra
- e) 8.6, 8.13. No se
- f) 8.7. Si, por la contaminación ambiental
- g) 8.9, 8.12. Por gases tóxicos de industrias
- h) 8.10, 8.14, 8.20. Influye en el cambio climático
- i) 8.16. El agujero es como una defensa
- j) 8.19. Las oleadas de sol causan incendios

Se evidencian respuestas que no corresponden a una explicación del evento, por ejemplo las opciones f, g, h, i y j. Solo 5 estudiantes 8.2, 8.4, 8.8, 8.17, 8.18 (25%) comprenden la principal función de la capa de ozono (si, porque la capa de ozono nos protege de los rayos solares), el 75% de los encuestados probablemente no (gráfica 4.8).

**Tabla 4.8:** Respuestas de los estudiantes a la pregunta 8

| Respuestas | Número de estudiantes |
|------------|-----------------------|
| a          | 1                     |
| b          | 5                     |
| c          | 2                     |
| d          | 2                     |
| e          | 2                     |
| f          | 1                     |
| g          | 2                     |
| h          | 3                     |
| i          | 1                     |
| j          | 1                     |

**Gráfica 4.8:** Porcentaje de respuestas de los estudiantes a la pregunta 8.



### Pregunta número 9

¿De los siguientes gases, para ti el principal responsable de la destrucción de la capa de ozono es? (marca sólo una opción). (Adaptado de Conde et al., 2013)

- a) Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)
- b) CFC's
- c) Óxidos de Nitrógeno
- d) Oxígeno

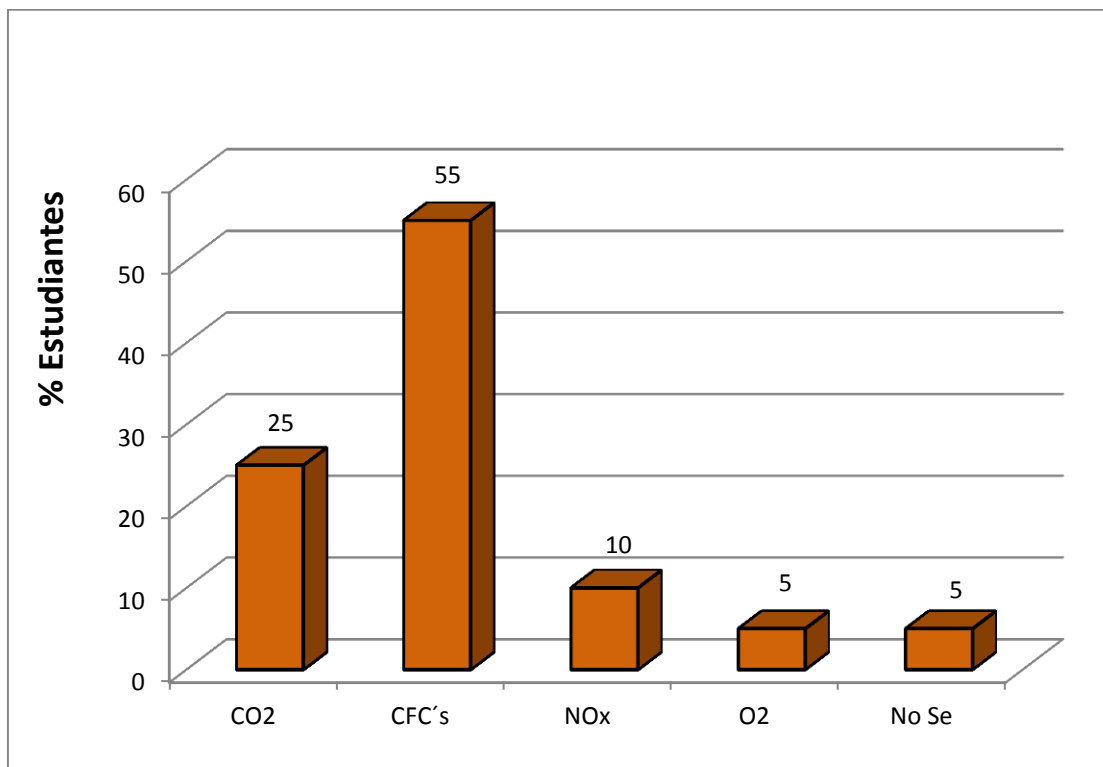
Las respuestas se agrupan en la tabla número 4.9

**Tabla 4.9:** Respuestas de los estudiantes a la pregunta 9

| Respuestas      | Número de estudiantes |
|-----------------|-----------------------|
| CO <sub>2</sub> | 5                     |
| CFC's           | 11                    |
| NO <sub>x</sub> | 2                     |
| O <sub>2</sub>  | 1                     |
| No Se           | 1                     |

El 55% de los estudiantes reconocen los CFC's como el principal gas que destruye la capa de ozono, lo cual es la respuesta correcta, pues una de estas moléculas (SAO) puede destruir cientos de miles de moléculas de ozono (PNUMA, 2003). Sin embargo, cerca de la mitad de los estudiantes no tienen claro este aspecto (gráfica 4.9). El 25% de la población asume que el CO<sub>2</sub> destruye la capa de ozono.










**Gráfica 4.9:** Porcentaje de respuestas de los estudiantes a la pregunta 9.



### Pregunta número 10

De las imágenes que se muestran a continuación, ¿cuáles crees están relacionadas con la destrucción de la capa de ozono? (puedes elegir una o varias opciones). (Adaptado de Conde et al., 2013):

**Figura 4.4:** Posibles fuentes de emisión de agentes destructores del ozono.

|  |  |
|--|--|
|  Coche (a)            |  Ganado (b)                |
|  Industria (c)        |  Energías renovables (d)   |
|  Vertedero (e)        |  CFC's (f)                 |
|  Bosque (g)           |  Bombillas bajo consumo (h) |
|  Central nuclear (i) |  |

Las respuestas de los estudiantes se tabulan en la tabla 4.10:

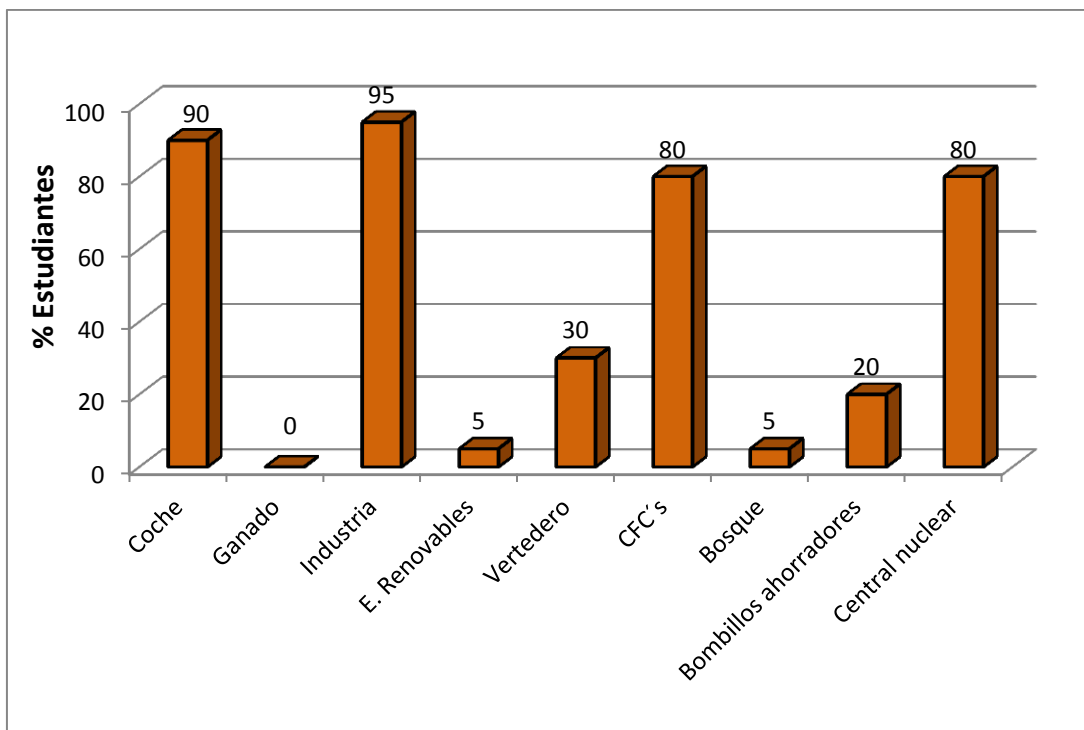
**Tabla 4.10:** Respuestas de los estudiantes a la pregunta 10

| Respuestas            | Número de estudiantes |
|-----------------------|-----------------------|
| Coche                 | 18                    |
| Ganado                | 0                     |
| Industria             | 19                    |
| E. Renovables         | 1                     |
| Vertedero             | 6                     |
| CFC's                 | 16                    |
| Bosque                | 1                     |
| Bombillos ahorradores | 4                     |
| Central nuclear       | 16                    |

Las principales fuentes de gases que dañan la capa de ozono son los aerosoles; de uso en solventes de limpieza, pinturas, equipos para combatir el fuego y latas de aerosoles

(desodorantes, espumas de afeitar, perfumes, limpiavidrios, lubricantes y aceites) (PNUMA, 2003). El 95% de los estudiantes señalan que los gases emitidos desde las industrias dañan la capa de ozono, el 80% lo atribuyen a las centrales nucleares y el 90% a los automóviles, lo que manifiesta un desconocimiento de las fuentes de emisión de los gases agotadores de ozono, pues los estudiantes atribuyen a muchas actividades humanas como responsables (gráfica 4.10). No se esperaba que consideraran los bosques y las energías renovables como dañinas a la capa de ozono (5%).

**Gráfica 4.10:** Porcentaje de respuestas de los estudiantes a la pregunta 10.

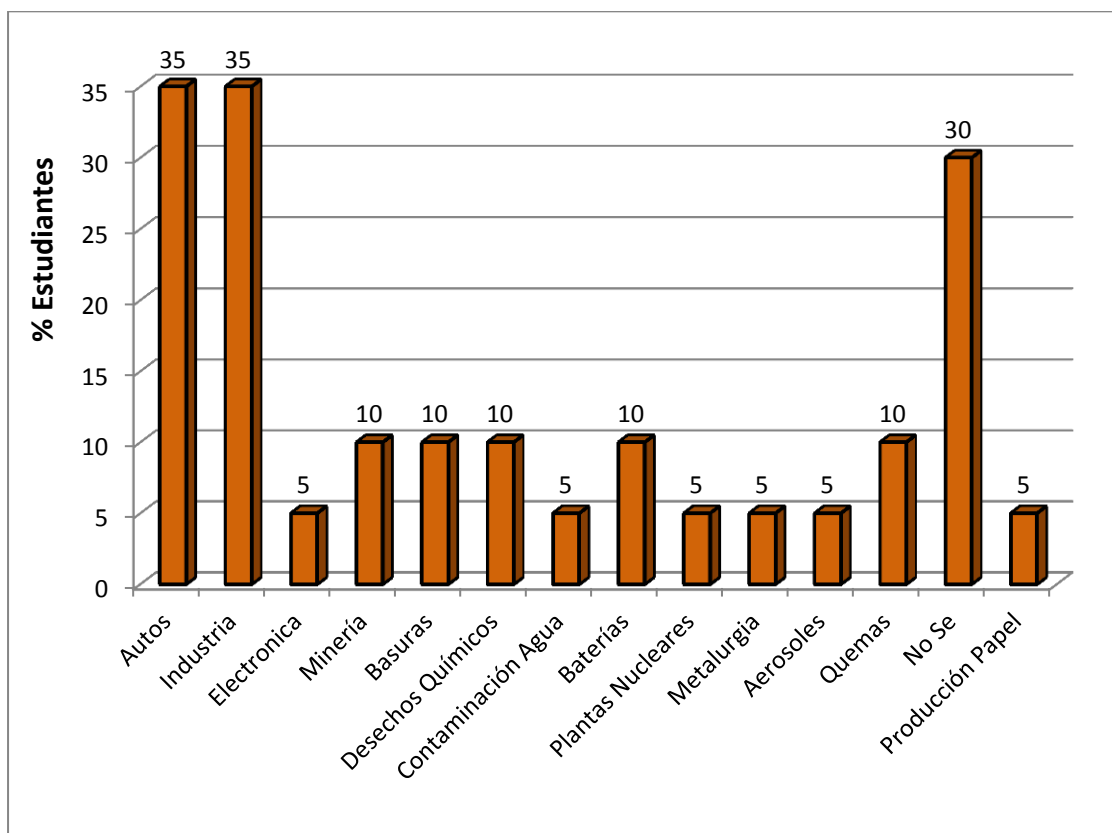


### Pregunta número 11

Sin duda el calentamiento global es producido por el hombre en su afán de desarrollo y satisfacción de necesidades ¿qué actividades humanas piensas producen cambio climático? Explícalas

**Tabla 4.11:** Respuestas de los estudiantes a la pregunta 11

| Respuestas         | Número de estudiantes |
|--------------------|-----------------------|
| Autos              | 7                     |
| Industria          | 7                     |
| Electrónica        | 1                     |
| Minería            | 2                     |
| Basuras            | 2                     |
| Desechos Químicos  | 2                     |
| Contaminación Agua | 1                     |
| Baterías           | 2                     |
| Plantas Nucleares  | 1                     |
| Metalurgia         | 1                     |
| Aerosoles          | 1                     |
| Quemas             | 2                     |
| No Se              | 6                     |
| Producción Papel   | 1                     |

**Gráfica 4.11:** Porcentaje de respuestas de los estudiantes a la pregunta 11.

Para los estudiantes, las principales actividades humanas que influyen en el cambio climático son los autos y la industria (35%), también un alto porcentaje dice no saber (30%). Los encuestados enumeran varias de las actividades humanas responsables del calentamiento global, pero todos no tienen presentes todas las actividades (que sería lo ideal), lo que indica el desconocimiento de una gran número de ellas (gráfica 4.11).

### Pregunta número 12

Los expertos afirman que el calentamiento global traerá graves consecuencias en el planeta. ¿Cuáles crees serán las consecuencias en los ecosistemas?

Los estudiantes marcaron las siguientes respuestas (tabla 4.12):

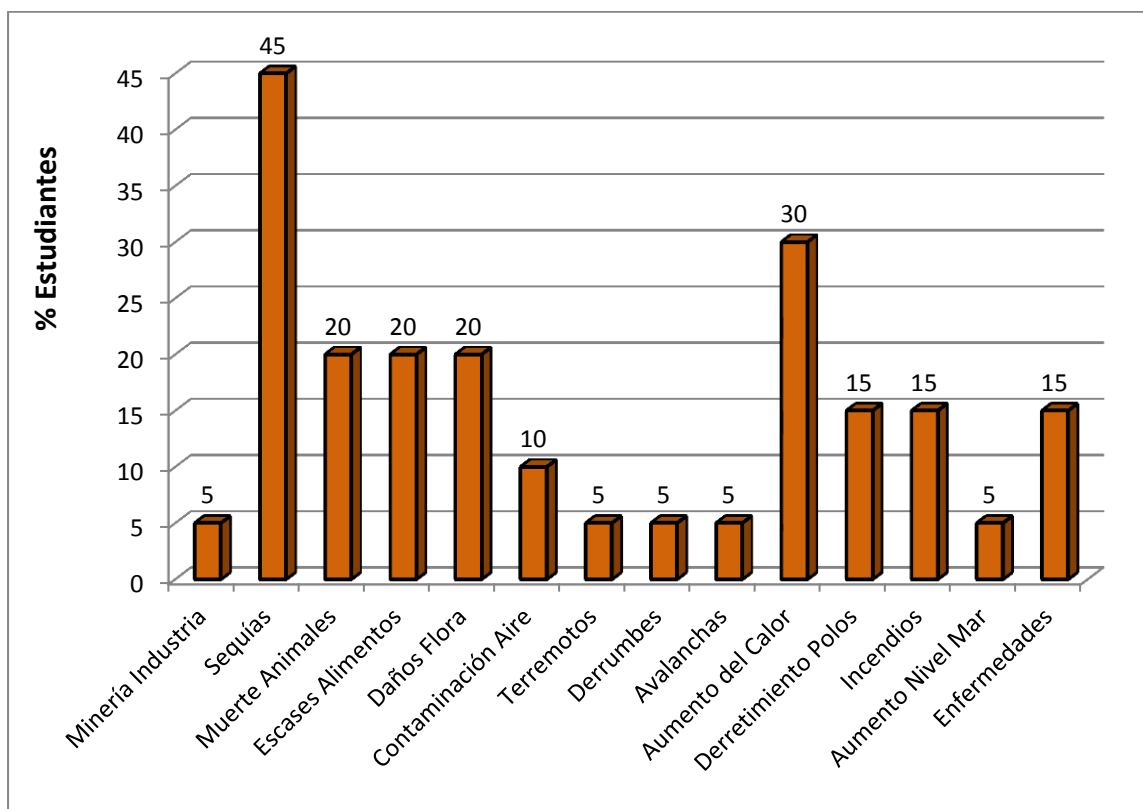
**Tabla 4.12:** Respuestas de los estudiantes a la pregunta 12

| Respuestas          | Número de estudiantes |
|---------------------|-----------------------|
| Minería Industria   | 1                     |
| Sequías             | 9                     |
| Muerte Animales     | 4                     |
| Escases Alimentos   | 4                     |
| Daños Flora         | 4                     |
| Contaminación Aire  | 2                     |
| Terremotos          | 1                     |
| Derrumbes           | 1                     |
| Avalanchas          | 1                     |
| Aumento del Calor   | 6                     |
| Derretimiento Polos | 3                     |
| Incendios           | 3                     |
| Aumento Nivel Mar   | 1                     |
| Enfermedades        | 3                     |

La mayoría de los estudiantes reconoce como principal consecuencia del cambio climático en los ecosistemas, las sequías y el aumento del calor. En la gráfica 4.12 se aprecia que reconocen muchas consecuencias en los ecosistemas (muerte de animales, escases de alimentos, daños en la flora, contaminación del aire, derretimiento de polos,

etc), pero todos no identifican la mayoría de las consecuencias, lo que lleva a la necesidad de plantear estrategias en pro de este objetivo, para que conociendo las consecuencias, se logre formar o fortalecer una conciencia ambiental para llegar a aportar para la mitigación.

**Gráfica 4.12:** Porcentaje de respuestas de los estudiantes a la pregunta 12.



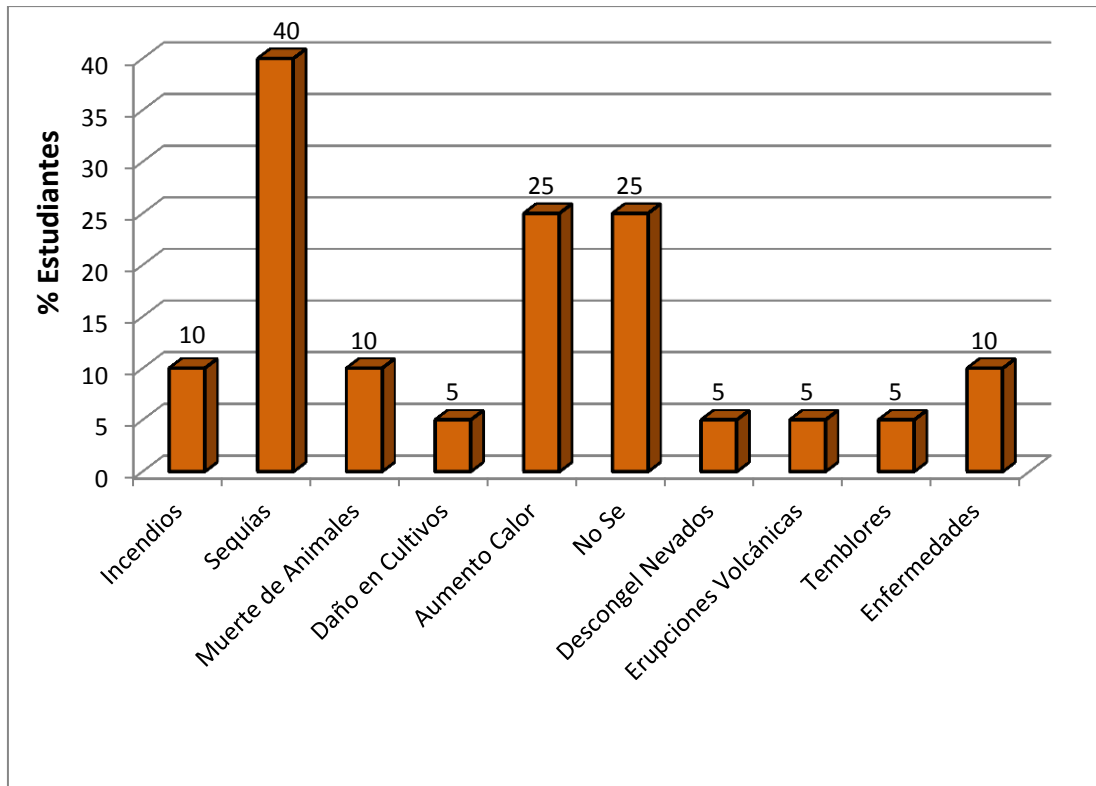
### Pregunta número 13

¿Conoces algunos efectos del calentamiento global en nuestro País?

Los estudiantes respondieron así:

**Tabla 4.13:** Respuestas de los estudiantes a la pregunta 13

| Respuestas               | Número de estudiantes |
|--------------------------|-----------------------|
| Incendios                | 2                     |
| Sequías                  | 8                     |
| Muerte de Animales       | 2                     |
| Daño en Cultivos         | 1                     |
| Aumento Calor            | 5                     |
| No Se                    | 5                     |
| Descongelamiento Nevados | 1                     |
| Erupciones Volcánicas    | 1                     |
| Temblores                | 1                     |
| Enfermedades             | 2                     |

**Gráfica 4.13:** Porcentaje de respuestas de los estudiantes a la pregunta 13.

Para los jóvenes de grado 10 de la Institución Educativa Técnica Alfonso Palacio Rudas los principales efectos del calentamiento global en nuestro país son las sequías y el aumento de calor (40% y 25%); también el 25% de los estudiantes manifiesta no conocer

ninguna consecuencia. Como evidencia del calentamiento global en nuestro país los estudiantes relacionan varios aspectos, pero no todos son identificados por ellos, ya que ciertos fenómenos son tenidos en cuenta por algunos (enfermedades, daño a cultivos, muerte de animales, descongelamiento de nevados, incendios), pero por otros no (gráfica 4.13).

#### Pregunta número 14

Como solución o mitigación al calentamiento global, los países contaminantes se han comprometido con mecanismos de desarrollo limpio, comprando Certificados de Reducción de Emisiones (CER), ¿en qué crees consiste esto? Explica.

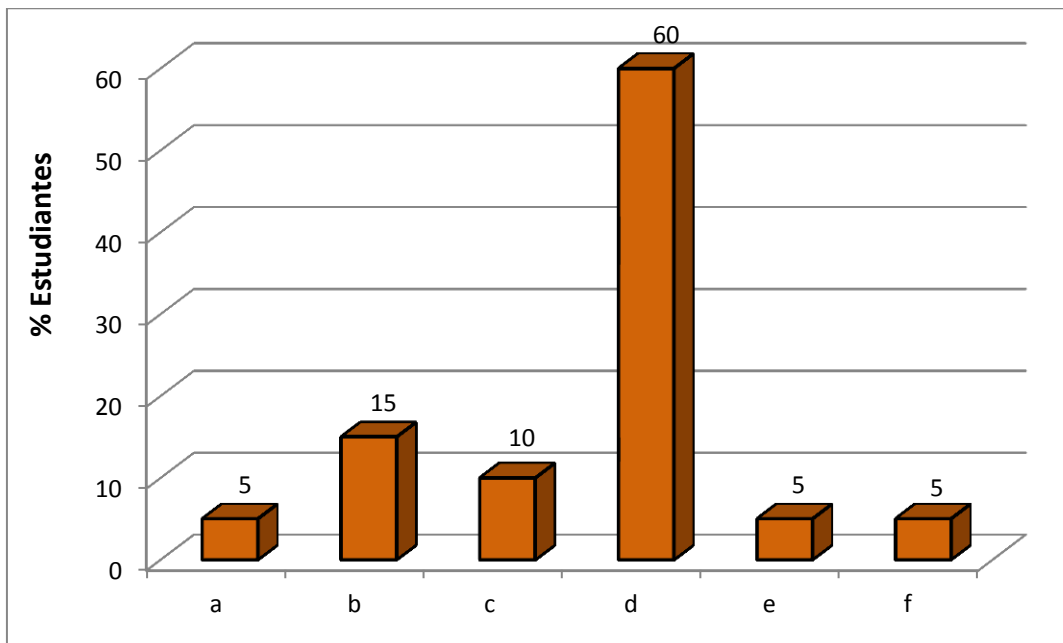
Las respuestas de los estudiantes se agrupan de la siguiente manera para su tabulación:

- a) 14.2. Crear máquinas que contaminen menos
- b) 14.1, 14.3, 14.18. Que haya Menos GEI
- c) 14.4, 14.15. Disminuir el daño a la capa de ozono
- d) 14.5, 14.6, 14.7, 14.8, 14.10, 14.11, 14.12, 14.13, 14.14, 14.16, 14.17, 14.19. No se
- e) 14.9. Emplear energías limpias y reciclando
- f) 14.20. No contaminar más el mundo

**Tabla 4.14:** Respuestas de los estudiantes a la pregunta 14

| Respuestas | Número de estudiantes |
|------------|-----------------------|
| a          | 1                     |
| b          | 3                     |
| c          | 2                     |
| d          | 12                    |
| e          | 1                     |
| f          | 1                     |

La gráfica 4.14 muestra que el 60% de los estudiantes manifiesta no saber en qué consisten los certificados de reducción de emisiones; el resto de ellos asume el concepto CER como formas de atacar las causas del calentamiento global, pero de una manera muy generalizada (que haya menos gases efecto invernadero, no contaminar más el mundo).

**Gráfica 4.14:** Porcentaje de respuestas de los estudiantes a la pregunta 14.**Pregunta número 15**

En Colombia se están desarrollando programas para la mitigación del cambio climático. ¿Conoces algunos de estos programas? Explica.

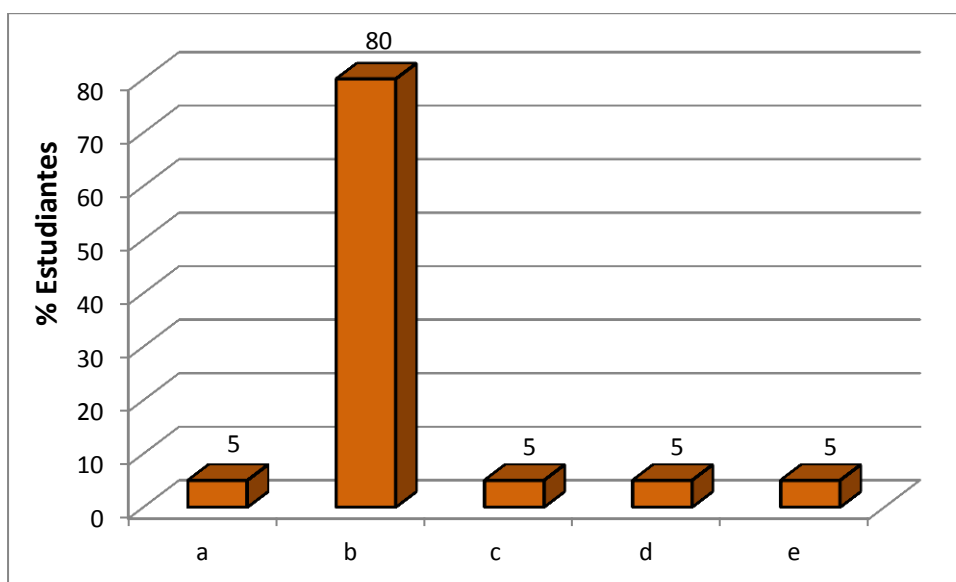
Las respuestas se agrupan en a, b, c, d y e para su tabulación y gráfica.

- a) 15.1. La minería aumenta el calentamiento
- b) 15.2, 15.4, 15.5, 15.6, 15.7, 15.9, 15.10, 15.12, 15.13, 15.14, 15.15, 15.16, 15.17, 15.18, 15.19, 15.20. No se
- c) 15.3. Buses menos contaminantes
- d) 15.8. Tratamiento de agua y sembrando árboles
- e) 15.11. Reciclaje y encuestas

El 80% de los estudiantes manifiesta no conocer ningún programa de mitigación del cambio climático en nuestro país; el 15% (gráfica 4.15) enumera algunas formas de mitigar el problema, como reforestación, tratamiento de aguas y reciclaje, pero ninguno lo explica de forma precisa.

**Tabla 4.15:** Respuestas de los estudiantes a la pregunta 15

| Respuestas | Número de estudiantes |
|------------|-----------------------|
| a          | 1                     |
| b          | 16                    |
| c          | 1                     |
| d          | 1                     |
| e          | 1                     |

**Gráfica 4.15:** Porcentaje de respuestas de los estudiantes a la pregunta 15.**Pregunta número 16**

El mundo ya es consciente del grave problema que es el calentamiento global, por esto se han firmado varios convenios internacionales con el fin de mitigar la situación; algunos de estos convenios son:

- Protocolo de Montreal (1987)
- Convención de Rio de Janeiro (1992)
- Protocolo de Kyoto (1997)

¿Conoces algún acuerdo firmado por los países en uno de estos convenios? Cuéntanos

Las respuestas de los estudiantes se agrupan así:

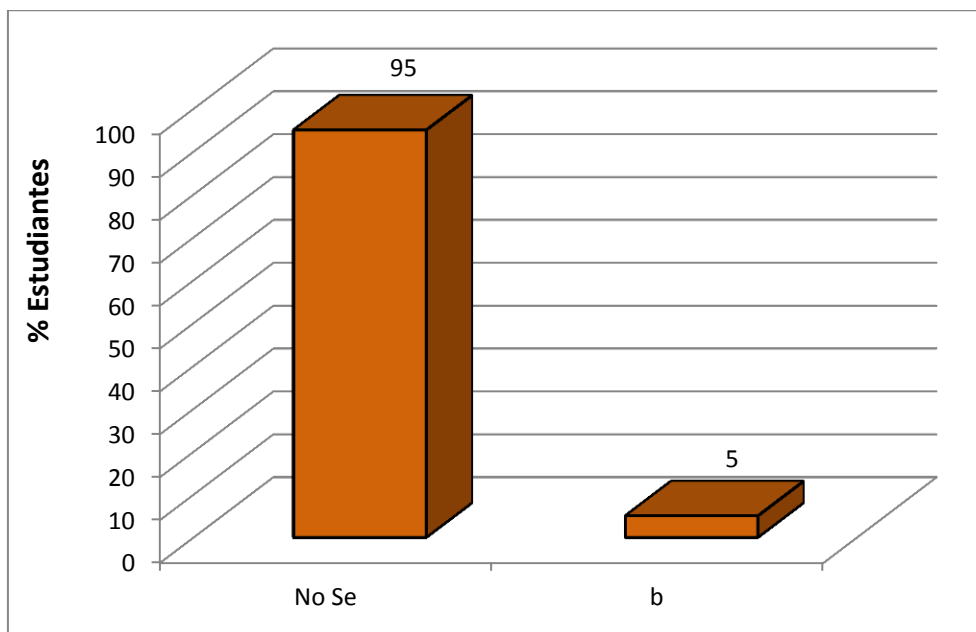
- a) 16.1, 16.2, 16.3, 16.4, 16.5, 16.6, 16.7, 16.8, 16.9, 16.10, 16.11, 16.12, 16.13, 16.14, 16.15, 16.17, 16.18, 16.19, 16.20. No se
- b) 16.16. Todos los países deben ponerse de acuerdo

**Tabla 4.16:** Respuestas de los estudiantes a la pregunta 16

| Respuestas | Número de estudiantes |
|------------|-----------------------|
| No Se      | 19                    |
| b          | 1                     |

El 100% de los estudiantes (gráfica 4.16) desconoce cualquier acuerdo firmado por los países en los convenios internacionales o protocolos establecidos para la mitigación del calentamiento global, por lo que es necesario diseñar actividades que permitan el conocimiento de este aspecto para poder sumar esfuerzos en pro de la mitigación.

**Gráfica 4.16:** Porcentaje de respuestas de los estudiantes a la pregunta 16.



## 4.2 Obstáculos de aprendizaje encontrados

Analizando el cuestionario diseñado para indagar las ideas previas sobre el calentamiento global en los estudiantes del grado décimo de la institución Educativa Alfonso Palacio Rudas, se perciben varios obstáculos para la enseñanza-aprendizaje del concepto; estos obstáculos se agrupan en cuatro categorías, las cuales responden a los aspectos básicos del cambio climático:

- Definición
- Causas
- Consecuencias
- Mitigación

Los obstáculos encontrados fueron:

### Definición

- Poca comprensión de lectura en los estudiantes
- Los estudiantes dan características del concepto clima pero no lo definen
- No se conoce el concepto forzamiento radiativo

### Causas

- No se conoce cuáles son los gases efecto invernadero.
- El calentamiento de la tierra es explicado como causas o como consecuencias, pero no se conoce el proceso.
- No se identifica la mayoría de fuentes emisoras de gases efecto invernadero, sólo industrias, autos y aerosoles.
- No se conoce el proceso natural de enfriamiento de la tierra por erupciones volcánicas
- Los estudiantes desconocen cuál radiación es responsable del cambio climático

- La mayoría de los estudiantes no comprenden la función de la capa de ozono.
- No se identifica el gas responsable de la destrucción de la capa de ozono (los CFC's).
- Los estudiantes no identifican la fuente de emisión de gases CFC's.

### **Consecuencias**

- No se identifica la mayoría de consecuencias del cambio climático en los ecosistemas.
- Los estudiantes no reconocen los efectos del calentamiento global en nuestro país.

### **Mitigación**

- No se conoce el mecanismo "certificado reducción de emisiones" adoptado por los países contaminantes como mitigación al calentamiento global.
- Se desconoce los acuerdos firmados por los países en los convenios internacionales para la mitigación del cambio climático.
- Los estudiantes no conocen ningún programa de mitigación en Colombia.

## **5. Unidad Didáctica**

La unidad didáctica propuesta para la enseñanza-aprendizaje del concepto calentamiento global de la atmósfera en estudiantes de educación media, consta de 4 actividades así:

### **Actividad 1. Qué es el clima y el cambio climático?**

Obstáculos encontrados

Objetivos

Actividades

1. Los signos de puntuación
2. El clima
3. Forzamiento Radiativo

Reflexión del aprendizaje

Evaluación

### **Actividad 2. Qué causa el cambio climático?**

Obstáculos encontrados

Objetivos

Actividades

1. Efecto invernadero y el calentamiento global
2. ¿Cómo se puede enfriar la tierra?

3. Gases Efecto Invernadero
4. La capa de ozono

Reflexión del aprendizaje

Evaluación

### **Actividad 3. Cuáles son las consecuencias del cambio climático?**

Obstáculos encontrados

Objetivos

Actividades

1. Consecuencias del cambio climático
2. Efectos del calentamiento global en nuestro país

Reflexión del aprendizaje

Evaluación

### **Actividad 4. Qué se está haciendo para evitar el calentamiento global?**

Obstáculos encontrados

Objetivos

Actividades

1. Certificados de reducción de emisiones CER
2. Convenios internacionales para la mitigación
3. Programas de mitigación del cambio climático en Colombia
4. Mitigación del cambio climático

Reflexión del aprendizaje

Evaluación

## UNIDAD DIDÁCTICA

### Enseñanza-Aprendizaje del Concepto Calentamiento Global de la Atmósfera

#### **Actividad No 1: ¿Qué es el clima y el cambio climático?**

##### **Obstáculos encontrados**

- Poca comprensión de lectura en los estudiantes
- Los estudiantes dan características del concepto clima pero no lo definen
- No se conoce el concepto forzamiento radiativo

##### **Objetivos**

- Conocer la importancia de los signos de puntuación para una mejor comprensión de lectura.
- Definir el concepto clima.
- Comprender y definir el concepto forzamiento radiativo

##### **Actividades**

#### **1. Los signos de puntuación.**

- a) Realiza la siguiente lectura

### Signos de puntuación

Tan importante como saber cuándo una palabra se escribe con b o v, por ejemplo, es saber escribir los signos de puntuación donde el sentido de la frase lo exige. Sin ellos podría resultar dudoso y oscuro el significado de las oraciones. Tan grande es el valor de los signos de puntuación, que del lugar que ocupen puede depender el significado de una oración. Comprueba el diferente sentido de las oraciones:

- Mientras el pájaro carpintero busca insectos bajo la corteza de un árbol, el mirlo canta.
- Mientras el pájaro carpintero busca insectos, bajo la corteza de un árbol el mirlo canta.
  
- Mientras el conejo duerme en su madriguera, el gorrión busca comida.
- Mientras el conejo duerme, en su madriguera el gorrión busca comida.
  
- Mientras el jardinero descansa junto a los arbustos, un niño juega.
- Mientras el jardinero descansa, junto a los arbustos un niño juega.
  
- El albañil está colocando ladrillos. Subido en un andamio, el capataz dirige la obra.
- El albañil está colocando ladrillos subido en el andamio. El capataz dirige la obra.



### Los signos de puntuación usados en castellano son éstos:

|                |     |                            |     |          |     |
|----------------|-----|----------------------------|-----|----------|-----|
| Punto          | .   | Principio de interrogación | ¿   | Diéresis | ¨   |
| Dos puntos     | :   | Fin de interrogación       | ?   | Guión    | -   |
| P. suspensivos | ... | Principio de admiración    | ¡   | Comillas | " " |
| Coma           | ,   | Fin de admiración          | !   | Raya     | _   |
| Punto y coma   | ;   | Paréntesis                 | ( ) |          |     |

Significado de los signos de puntuación:

- La coma, los puntos y el paréntesis indican las pausas más o menos cortas que en la lectura sirven para dar a conocer el sentido de las frases.
- La diéresis sirve para indicar que la u tiene sonido.
- La interrogación y la admiración denotan lo que expresan sus nombres, y la segunda, además, queja, énfasis o encarecimiento.
- Las comillas señalan las citas o dan significado especial a la palabra que comprenden.
- El guión es signo de palabra incompleta.
- La raya es signo de diálogo o de separación de palabras, cláusulas o párrafo.

Tomado de:

<http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~cepc3/escuelatic2.0/MATERIAL/IMPRIMIR/Lengua/Signos%20de%20Puntuacion.pdf>

b) Teniendo en cuenta los signos de puntuación, resuelve el siguiente problema

Los participantes se distribuirán en 5 grupos, los cuales analizarán el siguiente texto:

**Cuéntase de un señor que, por ignorancia o malicia, dejó al morir el siguiente escrito, falto de todo signo de puntuación:**

**Dejo mis bienes a mi sobrino Juan no a mi hermano Luis tampoco jamás se pagará la cuenta al sastre nunca de ningún modo para los huérfanos todo lo dicho es mi deseo.**

**Se dio lectura del documento a las personas aludidas en él, y cada cual se atribuía la preferencia. Mas a fin de resolver estas dudas, acordaron que cada una presentara el escrito corriente con los signos de puntuación cuya falta motivaba la discordia.**

Adaptado de: <https://otrotwittero.wordpress.com/2012/06/23/el-testamento-sin-signos-de-puntuacion/>

**Posibles Soluciones:****Grupo 1. Sobrino Juan**

Dejo mis bienes a mi sobrino Juan, no a mi hermano Luis. Tampoco, jamás, se pagará la cuenta al sastre. Nunca, de ningún modo, para los huérfanos. Todo lo dicho es mi deseo.

**Grupo 2. Hermano Luis**

¿Dejo mis bienes a mi sobrino Juan? No: a mi hermano Luis. Tampoco, jamás, se pagará la cuenta al sastre. Nunca, de ningún modo, para los huérfanos. Todo lo dicho es mi deseo.

**Grupo 3. Sastre**

¿Dejo mis bienes a mi sobrino Juan? No. ¿A mi hermano Luis? Tampoco, jamás. Se pagará la cuenta al sastre. Nunca, de ningún modo, para los huérfanos. Todo lo dicho es mi deseo.

**Grupo 4. Huérfanos**

¿Dejo mis bienes a mi sobrino Juan? No. ¿A mi hermano Luis? Tampoco, jamás. ¿Se pagará la cuenta al sastre? Nunca, de ningún modo. Para los huérfanos todo. Lo dicho es mi deseo.

**Grupo 5. Juez**

¿Dejo mis bienes a mi sobrino Juan? No. ¿A mi hermano Luis? Tampoco. Jamás se pagará la cuenta al sastre. Nunca, de ningún modo para los huérfanos. Todo lo dicho es mi deseo.

*Conclusión: El uso de los signos de puntuación viene determinado por el sentido de las frases y es necesario usar los que en cada caso convengan y precisamente donde convengan.*

- c) Visita la siguiente página: <http://www.juegosdepalabras.com/signos.htm>, aquí encontrarás varios juegos que te mostrarán la importancia de los signos de puntuación.

- d) Escoge 1 frase que te halla llamado la atención y dibuja los dos sentidos de la frase de acuerdo a los signos de puntuación. Prepara una explicación a tus compañeros donde hagas énfasis en lo que sucede al ignorar los signos de puntuación.

Frase:

Sentido 1:

---

---

Sentido 2:

---

---

## 2. El Clima

- a) Observa el video climas y biomas <http://youtu.be/-3w8j-p3fc0> (10:20)
- b) Realiza la siguiente lectura.

Humboldt, hacia 1845, establecía que «el término clima designa todos los cambios en la atmósfera que significativamente afectan la humana psicología» (1). Durante algún tiempo, clima fue sinónimo de temperatura, y aún encontramos tal acepción en autores del siglo pasado. Pero ya a finales del mismo aparecen aproximaciones más rigurosas al concepto de clima. Por entonces, está en pleno apogeo la Estadística, y no debe extrañar que las definiciones de clima de entonces tengan un fuerte condimento estadístico. Así, para Hann (2) es el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un punto de la superficie terrestre. Añade que «el clima comprende la totalidad de los estados verdaderos de la atmósfera, el conjunto de los tipos de tiempo». Entiende Monn, (3) que clima se concibe como un estado medio de los elementos de un lugar, y las variaciones ordinarias diurnas y anuales de los mismos. Más recientemente, Conrad (4) establece que la Climatología física se ocupa de la física de los estados medios de la atmósfera, a diferencia de la Meteorología que estudia la física de cada estado o fenómeno individual de la atmósfera. N. Sama (5) dice que clima físico de una comarca es el conjunto de las variaciones atmosféricas en el transcurso de los años. Haurwitz y Austin (6) asumen el concepto de clima como una síntesis de las condiciones atmosféricas en un lugar. Algo semejante dice Catalá (7), al definirlo como la síntesis, día a día, de los valores de los elementos que afectan a un lugar. Landsberg (8) lo define como conjunto de estados de la atmósfera en un lugar dado o en un área dada dentro de un especificado periodo de tiempo. Para Lorente (9) por clima de un lugar puede entenderse la situación atmosférica imaginaria que en un momento determinado reinaría en él, si la temperatura, la humedad del aire, el viento y los demás elementos meteorológicos tomaran precisamente los valores medios de la temperatura, la humedad, el viento, etc, observados durante un cierto periodo de años, lo más largo posible. Para Contreras Arias (10), «clima es el conjunto de las características que definen el estado más frecuente de la atmósfera y la distribución de los fenómenos meteorológicos, a través del año, en un lugar de la superficie de la Tierra». Sorre (11) define el clima como « el ambiente atmosférico constituido por la serie de estados de la

atmósfera sobre un lugar en su sucesión habitual». Köppen (12) aporta esta definición: «Clima es el estado medio y proceso ordinario del tiempo de un lugar determinado». Pédelaborde (13) compara las definiciones de Sorre y Hann; concibe el clima a partir de una combinación de los elementos meteorológicos y sus tendencias en lo que tienen de dominantes y permanentes. A. S. Monin (14) ofrece la definición de clima como « un conjunto estadístico de estados del sistema atmósfera, tierra, océano durante un periodo de tiempo de varias décadas». Thornthwaite (15) introduce el concepto de evapotranspiración y con ello aporta la introducción de conceptos afines a la Biología, y así define el clima como la «integración de los factores meteorológicos y climáticos que concurren para dar a una región su carácter y su individualidad». Puede ser objetada la inclusión del término «climático» en la anterior definición. En la Enciclopedia de la Ciencia y la Tecnología (Salvat, 1944) aparece esta idea, firmada por J. Jansá G.: «el clima de una región se refiere a la totalidad de las condiciones atmosféricas sobre un cierto tiempo, no sólo a las condiciones medias, sino también a su variabilidad». Linés, A. 207 Para Ruiz de Elvira (16), «clima es la secuencia temporal de los estados instantáneos del tiempo atmosférico». En el Diccionario de la Lengua Española, podemos leer: Clima, conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan una región, temperatura particular y demás condiciones atmosféricas y telúricas de cada país (Vigésima primera edición, 1992). Font (17) insiste en la dificultad en la definición de clima y alude a la diversidad de enunciados.

#### Bibliografía

1. Compendium of Meteorology. AMS. 1951, pág 1113.
2. Hann. Handbuch der Klimatologie, Viena 1882.
3. A.Linés. Climatología Aeronáutica, Col. Temas Aeronáut. 1992.
4. V. Conrad. Fundamentals of Physical Climatology. Harvard University P. 1942.
5. N. Sama. Predicción del Tiempo en Agricultura. E. Calpe 1921
6. B. Haurwitz y J. Austin. Climatology. McGraw-Hill, N. Y. 1944
7. J. Catalá. Introducción a la Meteorología. Ed. Alhambra 1987.
8. H. Landsberg. Handbook of Meteorology, sec XII. McGraw-Hill, N. Y. 1945
9. J. M. Lorente. Meteorología. 4ª ed. E. Labor 1961.
10. A. Linés, Ob. citada.
11. M. Sorre. Sur la Conception du Climat. Montpellier, 1936.
12. W. Köppen. Climatología. México-Buenos Aires, 1948.

13. P. Pédelaborde. Introduction a l'Etude Scientifique du Climat. SEDES, 1970.
14. A. S. Monin. An Introduction to the Theory of Climate. Reidel Publishing Co. Acad. Publishers Group.
15. C. W. Thornhwaite. An Approach toward a rational Classification of Climate.
16. A. Ruiz de Elvira. Curso sobre Cambio Climático en la Región Mediterránea, Fundación Areces, 1995
17. I. Font. Climatología de España y Portugal, INM 1983.
18. E. Linés Nogueras. Ej. de A. matemático, Madrid 1949.
19. Peixoto. «Quid est clima?». Conf. Magistral Sesión Climatología OMM, Lisboa, 1989.
20. W. J. Gibbs. «Definiendo clima». Bol. OMM, 1987.
21. J. M. Jansá Guardiola. Curso de Climatología. I.N.M. 1963
22. A. Linés. Cambios en el Sistema Climático. INM S. A-138. 1990
23. Peixoto. Ob. citada.
24. L. G. Pedraza. «Clima y calendario». Bol. Clim. SMN. Agosto 1963
25. L. M. Albentosa. «Evolución Histórica del Concepto de Clima y Métodos de Estudio». Jornadas Científicas de la Asociación Meteorológica Española. Tarragona, 1975.
26. J. J. Capel. Los Climas de España. Col C. Geográficas, 1981.
27. C. S. Durst. «Climate: The Synthesis of Weater». Compendium of Meteorology. AMS 1950.
28. A. Jansá Clair, C. Ramis, S. Alonso y M. A. Heredia. «Convección sobre el Mediterráneo Occidental. Estudio Sinóptico». Revista Aso. Meteorológica Española, jun 1986.
29. E. Dinies. «Luftkörper-Klimatologie». Aus. Arch. Dtsch. Bd. 50. Nr. 6, 1932.
30. A. Linés. «Determinismo en las Leyes, Aleatorio en los Datos». Bol. Asociación Meteorológica Española, 1995.

Lines, A (1998). Contribución al concepto de clima. *Territoris*. Recuperado de <file:///D:/Downloads/116751-147693-1-PB.pdf>

- 
- c) Con base en el video acerca del clima y la lectura, responde las siguientes preguntas:

¿Tú, cómo defines el clima?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

¿De qué depende el clima?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

¿Cómo describirías el clima de la ciudad de Melgar?

---

---

---

---

---

---

---

---

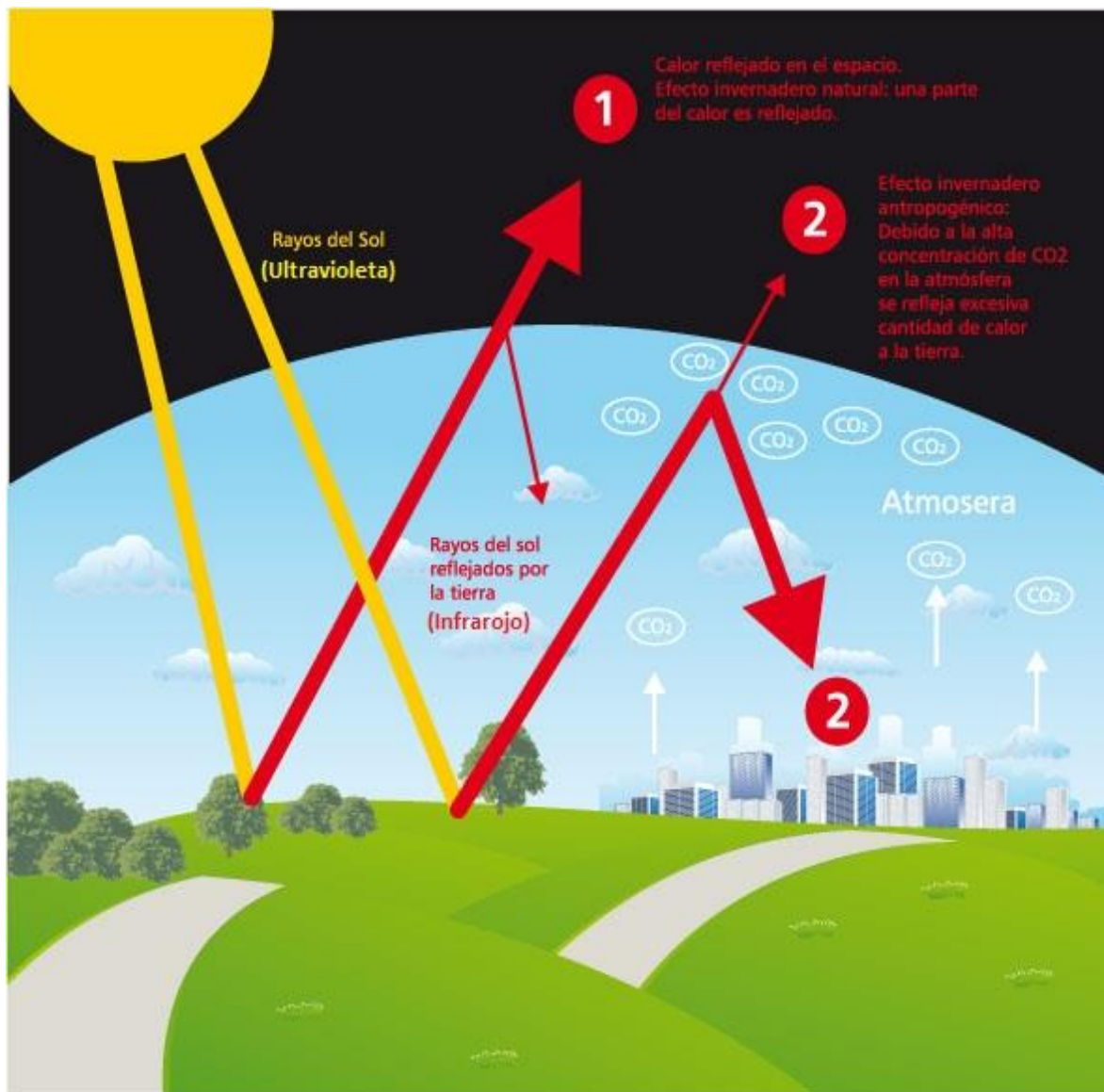
---

---

### 3. Forzamiento Radiativo

a) Observa la siguiente imagen

**Figura 5.1.** Forzamiento radiativo



Tomado de:

[http://www.google.com.co/imgres?imgurl=http://www2.natureoffice.com/images/content/Tr\\_eibhauseffekt-es.jpg&imgrefurl=http://cn1ps.blogspot.com/2013/10/efecto-invernadero.html&h=559&w=594&tbnid=09eXnYdS64opkM:&zoom=1&docid=bJvvOngdBmL83M&ei=YPQyVabVOMOlSQTAgYHIAg&tbn=isch&ved=0CFEQMyqbMBs](http://www.google.com.co/imgres?imgurl=http://www2.natureoffice.com/images/content/Tr_eibhauseffekt-es.jpg&imgrefurl=http://cn1ps.blogspot.com/2013/10/efecto-invernadero.html&h=559&w=594&tbnid=09eXnYdS64opkM:&zoom=1&docid=bJvvOngdBmL83M&ei=YPQyVabVOMOlSQTAgYHIAg&tbn=isch&ved=0CFEQMyqbMBs)

b) Realiza la siguiente lectura.

El clima de la Tierra depende de muchos factores, como la concentración atmosférica de aerosoles y gases de efecto invernadero, la cantidad de energía proveniente del sol o las propiedades de la superficie terrestre. Cuando estos factores varían, ya sea a través de procesos naturales o humanos, producen un calentamiento o enfriamiento del planeta porque alteran la proporción de energía solar que se absorbe o se devuelve al espacio.

La concentración atmosférica de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>) o el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) ha aumentado notablemente desde 1750 y sobrepasa ampliamente en la actualidad sus niveles pre-industriales.

Los efectos sobre el clima de cada uno de los diferentes factores se expresan en términos de “forzamiento radiativo”. Se habla de forzamiento positivo cuando se da un calentamiento de la superficie terrestre y de forzamiento negativo cuando se produce un enfriamiento de la misma. Es muy probable (más de 90% de probabilidad) que, desde 1750, el efecto general de las actividades humanas haya sido el calentamiento, con un aumento de la energía, o forzamiento radiativo, cuantificado en 1.6 watio por metro cuadrado en toda la tierra.

Adaptado de: Green Facts: Facts on Health and the Environment. (2007). *Cambio Climático Actualización*. Recuperado de <http://www.greenfacts.org/es/cambio-climatico-4/1-2/1-causas-naturales-humanas.htm#0>

Se denomina forzamiento radiativo al cambio en el flujo neto de energía radiativa hacia la superficie de la tierra medido en el borde superior de la troposfera (a unos 12.000 m sobre el nivel del mar) como resultado de cambios internos en la composición de la atmósfera, o cambios en el aporte externo de energía solar. Se expresa en W/m<sup>2</sup>.

Un forzamiento radiativo positivo contribuye a calentar la superficie de la Tierra, mientras que uno negativo favorece su enfriamiento.



- e) En una hoja tamaño carta, realiza la figura 2 (forzamiento radiativo) toda a lápiz, y rellena con plastilina roja sólo los rayos infrarrojos que quedan atrapados en la atmósfera.

### Reflexión del Aprendizaje

1. Completa el siguiente diario de clase según Sanmartí, 2007 (citado por Gonzales, 2014).

| Pregunta   | Respuesta |
|--|-----------|
| ¿Qué hemos aprendido hoy?                                      |           |
| ¿Cómo lo hemos aprendido?                                      |           |
| ¿Qué he entendido bien?  |           |
| ¿Qué cosas no acabo de entender?                               |           |
| ¿He mejorado el uso del lenguaje científico en mis respuestas? |           |

**Evaluación**

1. En parejas, completa el siguiente cuadro de evaluación (adaptado de González, 2014)

| Pregunta                          | ¿Qué es el cambio climático? | ¿Cuál es la importancia de los signos de puntuación? |
|-----------------------------------|------------------------------|--|
| Respuesta estudiante 1:           |                              |  |
| Respuesta estudiante 2:           |                              |  |
| ¿Qué se ha hecho mal?             |                              |  |
| ¿Por qué se ha hecho mal?         |                              |  |
| ¿Qué se puede hacer para mejorar? |                              |  |

## UNIDAD DIDÁCTICA

### Enseñanza-Aprendizaje del Concepto Calentamiento Global de la Atmósfera

#### Actividad No 2: ¿Qué causa el cambio climático?

##### Obstáculos encontrados

- No se conoce cuáles son los gases efecto invernadero.
- El calentamiento de la tierra es explicado como causas o como consecuencias, pero no se conoce el proceso.
- No se identifica la mayoría de fuentes emisoras de gases efecto invernadero, sólo industrias, autos y aerosoles.
- No se conoce el proceso natural de enfriamiento de la tierra por erupciones volcánicas
- Los estudiantes desconocen cuál radiación es responsable del cambio climático
- La mayoría de los estudiantes no comprenden la función de la capa de ozono.
- No se identifica el gas responsable de la destrucción de la capa de ozono (los CFC's).
- Los estudiantes no identifican la fuente de emisión de gases CFC's.

##### Objetivos

- Comprender los procesos de calentamiento y enfriamiento de la tierra detalladamente.
- Reconocer los gases efecto invernadero y sus fuentes.
- Identificar la principal función de la capa de ozono.
- Reconocer los gases responsables de la destrucción de la capa de ozono y sus fuentes

**Actividades****1. Efecto invernadero y el Calentamiento global**

a) Observa el siguiente video: [https://www.youtube.com/watch?v=2U\\_FznW-n-U](https://www.youtube.com/watch?v=2U_FznW-n-U)  
(0:56)

b) Realiza la siguiente lectura

Se llama efecto invernadero al fenómeno por el que determinados gases componentes de la atmósfera planetaria retienen parte de la energía que el suelo emite por haber sido calentado por la radiación solar. De acuerdo con el actual consenso científico, el efecto invernadero se está viendo acentuado en la Tierra por la emisión de ciertos gases, como el dióxido de carbono y el metano, debida a la actividad económica humana.

Este fenómeno evita que la energía del Sol recibida constantemente por la Tierra vuelva inmediatamente al espacio, produciendo a escala planetaria un efecto similar al observado en un invernadero.

Adaptado de: <http://es.slideshare.net/matosinfante/cambio-climatico-presentation-791683>

c) De acuerdo al video sobre el cambio climático y a la anterior lectura:

Explica cómo se produce el calentamiento de la tierra \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

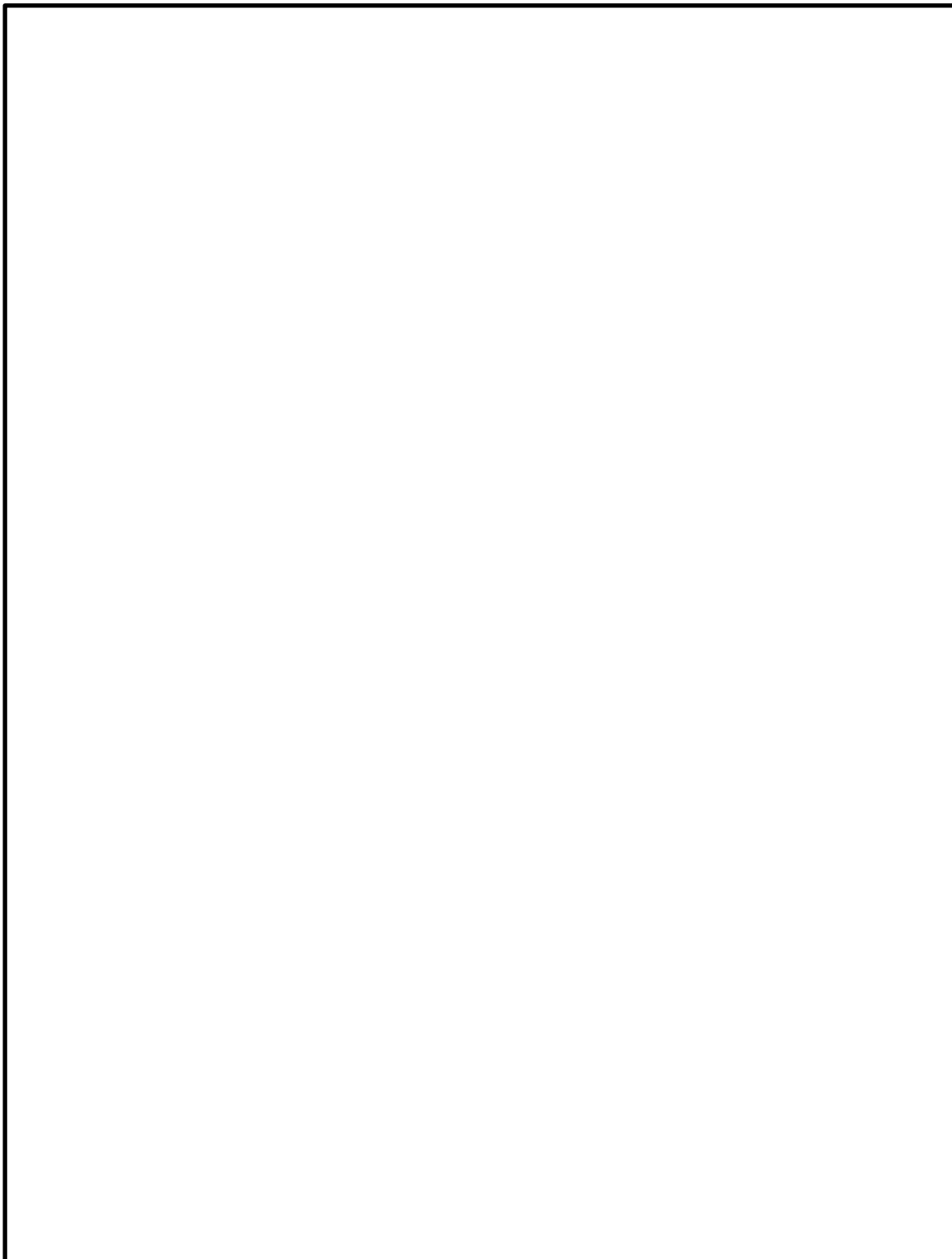
---

---

---

---

Dibuja el proceso del calentamiento global



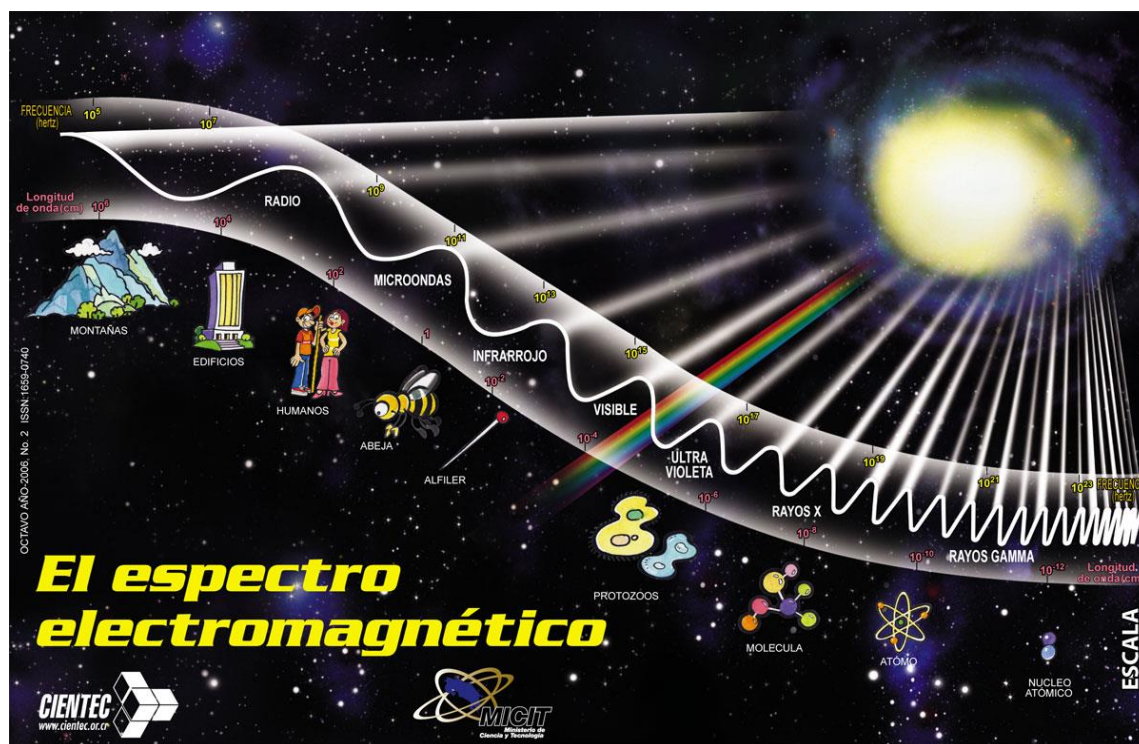
d) Observa el video: luz, espectro electromagnético (11:46)

<https://www.youtube.com/watch?v=PltZQPOByKc>

e) Observa las siguientes imágenes

**Figura 5.2.** El espectro electromagnético

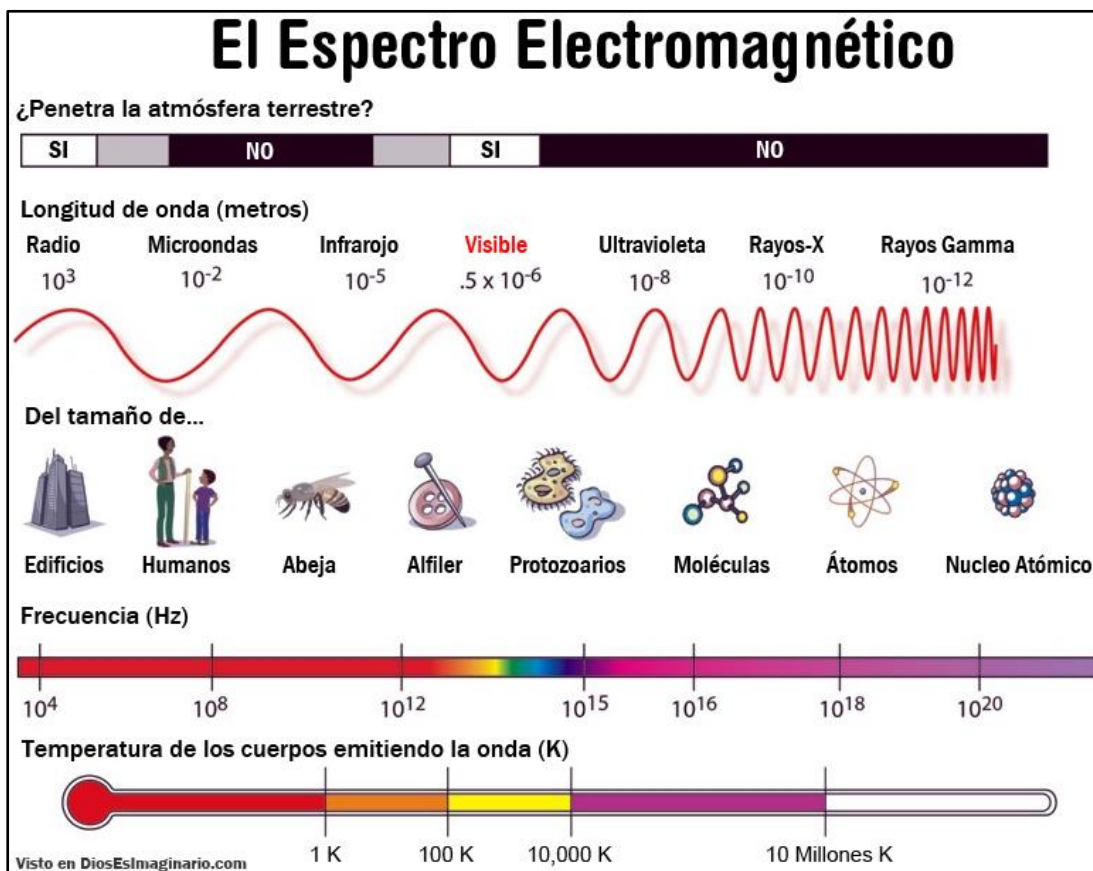
a)



Tomado de:

[http://www.google.com.co/imgres?imgurl=http://www.cientec.or.cr/ciencias/grafarticulos/radiaciones/espectro.jpg&imgrefurl=http://www.cientec.or.cr/ciencias/radiaciones.html&h=776&w=1200&tbnid=-JzD38PO4yoapM:&zoom=1&docid=aiCEzO\\_k7s7uxM&ei=zQkzVYr0K-rlsQSxgoDIAg&tbnid=isch&ved=0CGkQMyg2MDY](http://www.google.com.co/imgres?imgurl=http://www.cientec.or.cr/ciencias/grafarticulos/radiaciones/espectro.jpg&imgrefurl=http://www.cientec.or.cr/ciencias/radiaciones.html&h=776&w=1200&tbnid=-JzD38PO4yoapM:&zoom=1&docid=aiCEzO_k7s7uxM&ei=zQkzVYr0K-rlsQSxgoDIAg&tbnid=isch&ved=0CGkQMyg2MDY)

b)



Tomado de: <http://www.astrofiscayfisica.com/2012/06/que-es-el-espectro-electromagnetico.html>

Realiza la lectura del siguiente párrafo

La longitud de onda de los rayos ultravioleta ( $10^{-8}$  m) es mucho más pequeña que la de los rayos infrarrojos ( $10^{-5}$ ), por lo tanto, los rayos ultravioleta pueden atravesar la capa de ozono de la atmósfera, la tierra los absorbe y los emite en forma de rayos infrarrojos, que por ser de mayor tamaño, ya no pueden escapar y se quedan atrapados en la atmósfera terrestre.

f) Responde

¿Cuáles son las radiaciones solares que recibe la tierra? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Qué radiaciones emite la tierra? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Explica por qué los rayos solares entran a la tierra y no pueden escapar \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## 2. ¿Cómo se puede enfriar la tierra?

a) Realiza la siguiente lectura

Los volcanes: refrigerantes naturales de la tierra

Existen dos tipos de volcanes: los difusivos y los explosivos. Los primeros humean continuamente y dispersan a baja altura gases, lava y cenizas. Por eso afectan solo a su entorno inmediato y no modifica más que el microclima local.

Los volcanes explosivos se caracterizan por sufrir periódicamente erupciones súbitas y violentas, con suficiente energía como para impulsar polvo y compuestos químicos directamente hasta la estratosfera. Ello significa que puede resultar afectado el clima global.

Las erupciones volcánicas son de ínfima duración (del orden de horas), pero su efecto puede durar años. No todas las erupciones tienen importancia climática; sólo las explosivas, que lanzan violentamente gran cantidad de material (aerosoles, cenizas y polvo) hasta la estratosfera, donde no hay lluvia que lo lave. Las partículas que llegan a la estratosfera descienden rápidamente, de modo que, a los cinco o seis meses de una erupción violenta, menos del 10% de la cantidad inicial estimada de ellas puede aún permanecer en el aire. En cambio, el  $\text{SO}_2$  reacciona con el vapor de agua y produce ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), que queda en suspensión en la estratosfera por hasta dos años, en forma de pequeñas gotas llamadas aerosoles. Tal lapso es suficientemente largo como para que esos aerosoles se dispersen por toda la atmósfera y ocasionen una merma del flujo de radiación solar que llega a la superficie del planeta, con lo que este se puede enfriar algunas décimas de grado. En consecuencia, el efecto de las erupciones volcánicas en el largo plazo depende, principalmente, de la cantidad de bióxido de azufre incorporado a la estratosfera. Algunas de estas sustancias y los gases que también emite el volcán, pueden hacer el efecto contrario: transparentes a la radiación solar y opacas a la terrestre (de onda larga); producen entonces el efecto invernadero, calentando el clima. Sin embargo, el primer efecto es mucho mayor que el segundo y el resultado neto es enfriamiento.

La intensidad de las erupciones se estima mediante un índice de explosividad volcánica (IEV), basado en factores como el volumen de ceniza y de fragmentos de roca expulsados, la altura de la columna nubosa y las características de la explosión. El IEV va de 1 a 8; en términos generales, para que alguna erupción pueda afectar el clima global debe asignársele por lo menos un IEV de 4, aunque se han presentado erupciones de un orden menor que han modificado el clima al aportar una cantidad mayor de bióxido de azufre de lo normal.

Así mismo para que una erupción volcánica cause efectos sobre el clima global debe encontrarse en un tiempo y un espacio determinado, para que los gases y las partículas expulsadas puedan ser esparcidos por toda la atmósfera por medio de los vientos. Aparentemente los mejores lugares para afectar el clima del planeta son las locaciones ecuatoriales.

En conclusión para que una erupción volcánica genere cambios climáticos debe cumplir que:

- Sea una erupción explosiva que lleve las partículas y los gases expulsados por encima de la estratosfera, ubicada 10 km por encima de la superficie terrestre.
- Involucre cantidades significativas de bióxido de azufre.
- Se ubique en un lugar y un tiempo adecuados, en donde los vientos puedan distribuir tanto los gases como las partículas por toda la atmósfera.

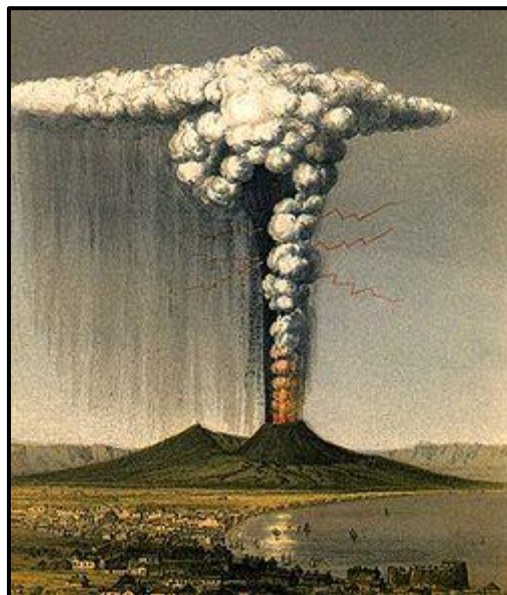
Tomado de:

<http://fluidos.eia.edu.co/hidrologiaii/articuloseshii/temasvariados/losvolcanes/losvolcanes.htm>

b) Observa las siguientes imágenes

**Figura 5.3.** Erupciones volcánicas

a)

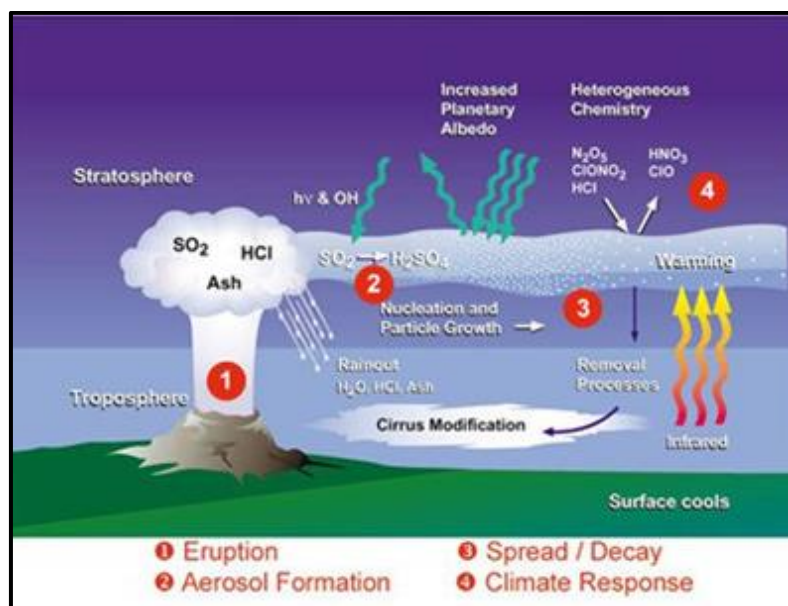


Tomado de:

[https://es.wikipedia.org/wiki/Erupci%C3%B3n\\_pliniana#/media/File:Vesuvius1822scope.j](https://es.wikipedia.org/wiki/Erupci%C3%B3n_pliniana#/media/File:Vesuvius1822scope.j)

pg

b)



Tomado de: <http://www.solociencia.com/geologia/06122806.htm>

c)



Tomado de: <http://www.mitosyfraudes.org/Calen/1816Espa.html>

c) Responde

¿Cómo cambia el clima las erupciones volcánicas? Explica \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

¿Cómo afecta el clima los volcanes difusivos y los explosivos? Explica \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

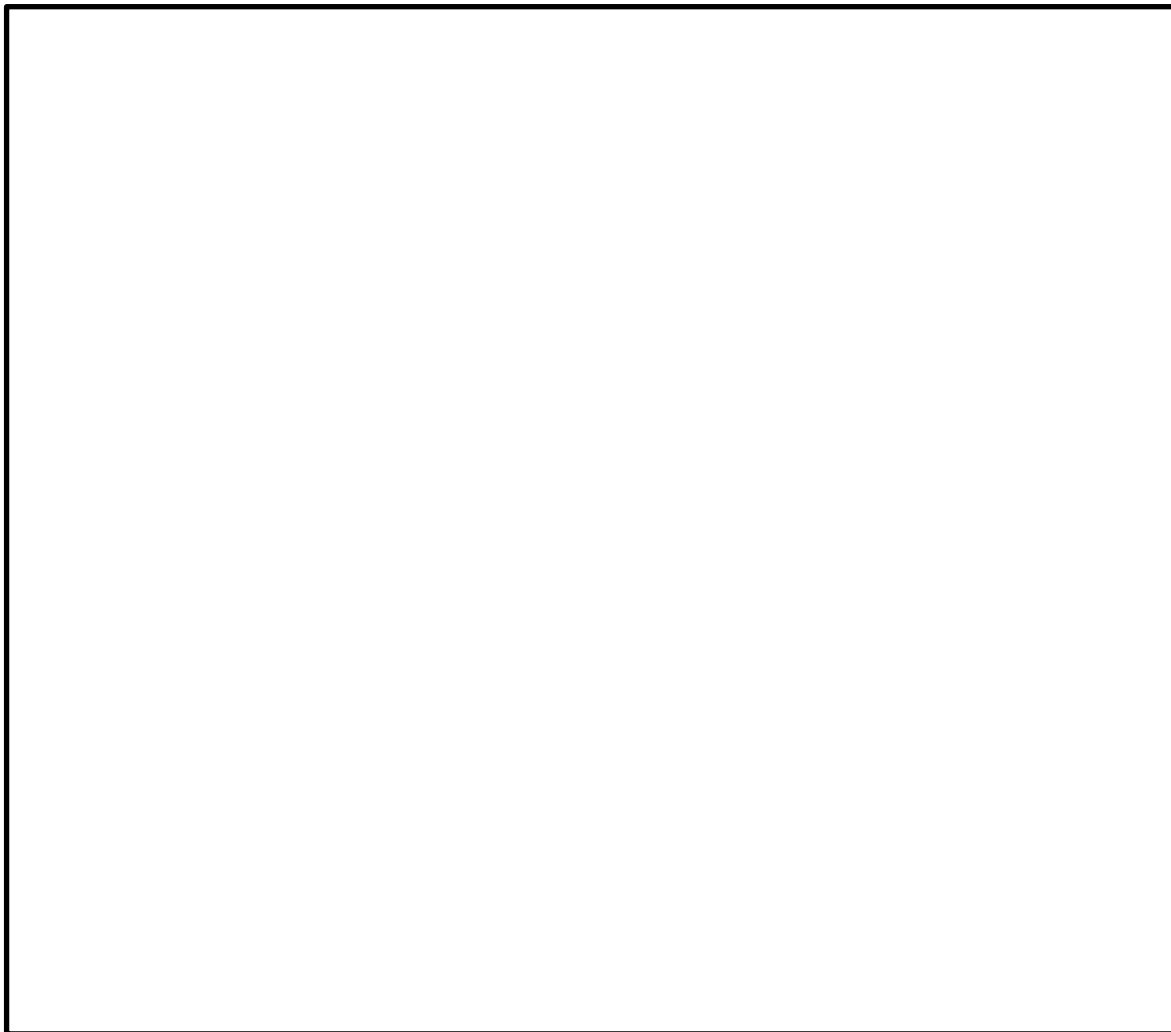
---

---

---

---

Dibuja el proceso de enfriamiento de la tierra por erupciones volcánicas.



### 3. Gases Efecto Invernadero

a) Observa el siguiente video:

[https://www.youtube.com/watch?v= AjbLTbJ1I4](https://www.youtube.com/watch?v=AjbLTbJ1I4) (5:07)

b) Realiza la siguiente lectura

El Calentamiento Global no es más que el incremento de la temperatura promedio de la tierra debido principalmente a la sobreacumulación de GEI en la atmósfera producidos en gran manera por la actividad humana, provocando que gran cantidad (por encima de lo normal) de la energía solar emitida por la tierra se vea atrapada dentro de esta capa de gases.

**Figura 5.4.** Gases de efecto invernadero y sus fuentes

| Gases de efecto Invernadero              | Fuente   |
|--|--|
| Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )    | Gas de invernadero producido por uso de combustible fósil (petróleo, gas, carbón, etc) y por el cambio de uso de la tierra (deforestación). Este gas ha contribuido a mantener una temperatura constante dentro de la tierra, sin embargo en la actualidad, es responsable de casi el 76 % del calentamiento global previsto para los próximos años. |
| Metano (CH <sub>4</sub> )                | Al igual que el CO <sub>2</sub> , es producido por la combustión de combustible fósil, asimismo, se produce en los pozos de petróleo, minas de carbón al aire libre, cultivos de arroz y por la por la digestión alimenticia de los animales.  |
| Oxido Nitroso N <sub>2</sub> O           | Liberado por la combustión de vehículos motorizados Diesel, así como el empleo de fertilizantes nitrogenados.  |
| Vapor de Agua (H <sub>2</sub> O)         | Por evaporación, ebullición del agua líquida o por sublimación del hielo.  |
| Ozono (O <sub>3</sub> )                  | Presente en la estratosfera y la troposfera.   |
| Hidrofluorocarbonos o HFC                | Es usado por el hombre como disolvente para los aerosoles, refrigerantes y dispersores de espuma de uso industrial y doméstico.  |
| Perfluorocarbonos o PFC                  | Es provocado por la acción del hombre por la producción de aluminio por electrólisis.  |
| Hexafluoruro de azufre o SF <sub>6</sub> | Provocado por la acción del hombre en la producción de magnesio  |

Adaptado de:

Asociación Civil Labor: Amigos de la Tierra-Perú. (2007). *Los gases de efecto invernadero: ¿Por qué se produce el calentamiento global?*. Recuperado de [http://www.labor.org.pe/descargas/1ra%20publicacion\\_%20abc%20cc.pdf](http://www.labor.org.pe/descargas/1ra%20publicacion_%20abc%20cc.pdf)

En el Boletín de la OMM sobre los Gases de Efecto Invernadero se publican las concentraciones atmosféricas (no las emisiones) de dichos gases. Las emisiones representan lo que va a la atmósfera, y las concentraciones lo que queda en la atmósfera tras el complejo sistema de interacciones entre la atmósfera, la biósfera y los océanos

A continuación, se hace una pequeña reseña de los gases de mayor aporte al efecto invernadero:

**Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)** El dióxido de carbono es el gas de efecto invernadero más importante emitido como consecuencia de actividades humanas, tales como la quema de combustibles fósiles y la deforestación. Según el Boletín de la OMM sobre los Gases de Efecto Invernadero, la cantidad de CO<sub>2</sub> en la atmósfera a escala mundial alcanzó 393,1 partes por millón en 2012, es decir, un 141% del nivel preindustrial de 278 partes por millón. La cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera aumentó en 2,2 partes por millón de 2011 a 2012, una cifra superior a la media de 2,02 partes por millón de aumento anual de los últimos 10 años, lo cual refleja la tendencia a una aceleración. Las concentraciones mensuales de CO<sub>2</sub> observadas en la atmósfera superaron en 2012 el valor simbólico de 400 partes por millón en varias estaciones de la Vigilancia de la Atmósfera Global situadas en el Ártico. Durante 2013 las concentraciones horarias y diarias superaron dicho umbral en otras partes del mundo, incluida Mauna Loa, en Hawaii, la estación de medición atmosférica continua más antigua del mundo, que se considera un emplazamiento de referencia de la Vigilancia de la Atmósfera Global. Las concentraciones de CO<sub>2</sub> están sujetas a fluctuaciones estacionales y regionales. A las tasas actuales de crecimiento, la concentración media mundial de CO<sub>2</sub> superará las 400 partes por millón en 2015 o 2016. El CO<sub>2</sub> perdura en la atmósfera durante cientos e incluso miles de años y por tanto determinará en gran medida el calentamiento medio global en superficie a finales del siglo XXI y posteriormente. La mayoría de los aspectos

---

del cambio climático perdurarán durante muchos siglos, incluso aunque se detuvieran inmediatamente las emisiones de CO<sub>2</sub>.

**Metano (CH<sub>4</sub>)** El metano es el segundo gas de efecto invernadero de larga duración más importante. Aproximadamente, el 40% de las emisiones de metano a la atmósfera proceden de fuentes naturales (por ejemplo, los humedales y las termitas), y aproximadamente el 60 % proviene de actividades como la ganadería, el cultivo del arroz, la explotación de combustibles fósiles, los vertederos y la combustión de biomasa. En 2012, el metano atmosférico alcanzó un máximo sin precedentes de aproximadamente 1819 partes por millón de millones (ppb), es decir, un 260% del nivel preindustrial, debido al incremento de las emisiones procedentes de fuentes antropogénicas. Tras un período de estabilización, el metano atmosférico ha venido aumentando de nuevo desde 2007. En un apartado específico sobre el metano, el Boletín ha señalado que no se ha medido un aumento del metano en el Ártico debido a la fusión del permafrost y de los hidratos. En el mismo se señala que el aumento de los niveles medios mundiales de metano se asociaba más al aumento de las emisiones en latitudes tropicales y latitudes medias del hemisferio norte. La atribución de este aumento a fuentes antropogénicas (por efecto de los seres humanos) o naturales requiere una mejor cobertura y observaciones atmosféricas más sofisticadas que actualmente no están disponibles.

**Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O)** El óxido nitroso es emitido a la atmósfera procedente de fuentes naturales (aproximadamente el 60%) y antropogénicas (aproximadamente el 40%), en particular de los océanos, el suelo, la combustión de biomasa, el uso de fertilizantes y diversos procesos industriales. En 2012 su concentración atmosférica fue de 325,1 ppb, lo que representa un aumento de 0,9 ppb con respecto al año anterior y del 120% con respecto al nivel de la era preindustrial. Su efecto en el clima durante un periodo de 100 años, es 298 veces superior que las mismas emisiones de dióxido de carbono. También juega un papel importante en la destrucción de la capa de ozono estratosférico que nos protege de los perjudiciales rayos ultravioleta del sol.

Adaptado de

Organización Meteorológica Mundial: Organismo especializado de las Naciones Unidas. (2013). *La concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera alcanza un nuevo récord* (980). Recuperado de

[https://www.wmo.int/pages/mediacentre/press\\_releases/documents/980\\_es.pdf](https://www.wmo.int/pages/mediacentre/press_releases/documents/980_es.pdf)

- c) Eres un gran periodista, ubica en la franja gris de la figura 5.5 los gases efecto invernadero registrados en la lectura y en la figura 5.4; publícalos en los titulares de tu periódico (recuerda que debes sorprender a los lectores).

**Figura 5.5.** Planeta tierra y los GEI



Adaptado de <http://espaciociencia.com/wp-content/uploads/2012/09/planeta-tierra.jpg>

---

d) Práctica de laboratorio

Materiales:

- 2 Termómetros
- 1 Pitillo
- Plastilina
- Vinagre
- Bicarbonato
- 1 Embudo
- 3 botellas plásticas (2 de litro, 1 pequeña)
- 1 Lámpara

Procedimiento (te puedes apoyar en el siguiente video:  
<https://www.youtube.com/watch?v=wtD1gX1dmSM> (2:40))

1. Toma plastilina e introduce el pitillo en el centro
2. Coloca 1 termómetro en cada botella grande, sin dejar escapar ningún gas
3. Mezcla el bicarbonato y el vinagre en la botella plástica pequeña y sállala rápidamente con la plastilina con el pitillo
4. Introduce el pitillo en una de las botellas grandes
5. Espera a que todo el  $\text{CO}_2$  pase de la botella pequeña a la grande
6. Toma la temperatura en las dos botellas
7. Enciende la lámpara dirigiendo la luz hacia las botellas
8. Registra las temperaturas de las botellas cada 5 minutos durante media hora
9. Tabula los datos y realiza las gráficas del comportamiento de la temperatura en cada botella (botella 1: con  $\text{O}_2$ , botella 2: con  $\text{CO}_2$ ).

¿Qué resultados obtuviste? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

¿Qué conclusiones puedes sacar de la experiencia? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

e) Observa los siguientes videos:

<https://www.youtube.com/watch?v=J0D9fVnaZNo> (0:45)

<https://www.youtube.com/watch?v=1vUbN51B5Dc> (4:37)

<https://www.youtube.com/watch?v=dgAVLmpj8S8> (1:25)

f) De acuerdo con la información completa la siguiente tabla

| Gases de Efecto Invernadero            | Fuentes de Emisión |
|--|--------------------|
| Vapor de Agua (H <sub>2</sub> O)       |                    |
| Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )  |                    |
| Metano (CH <sub>4</sub> )              |                    |
| Óxidos de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> ) |                    |
| Perfluorocarbonos (PFC)                |                    |
| Hidrofluorocarbonos (HFC)              |                    |

g) Completa la siguiente sopa de letras

**Figura 5.6.** Sopa de letras GEI

### Gases Efecto Invernadero

Header Info 1  
Header Info 2  
etc..



vapordeagua  
HFC

dioxidodecarbono  
GEI

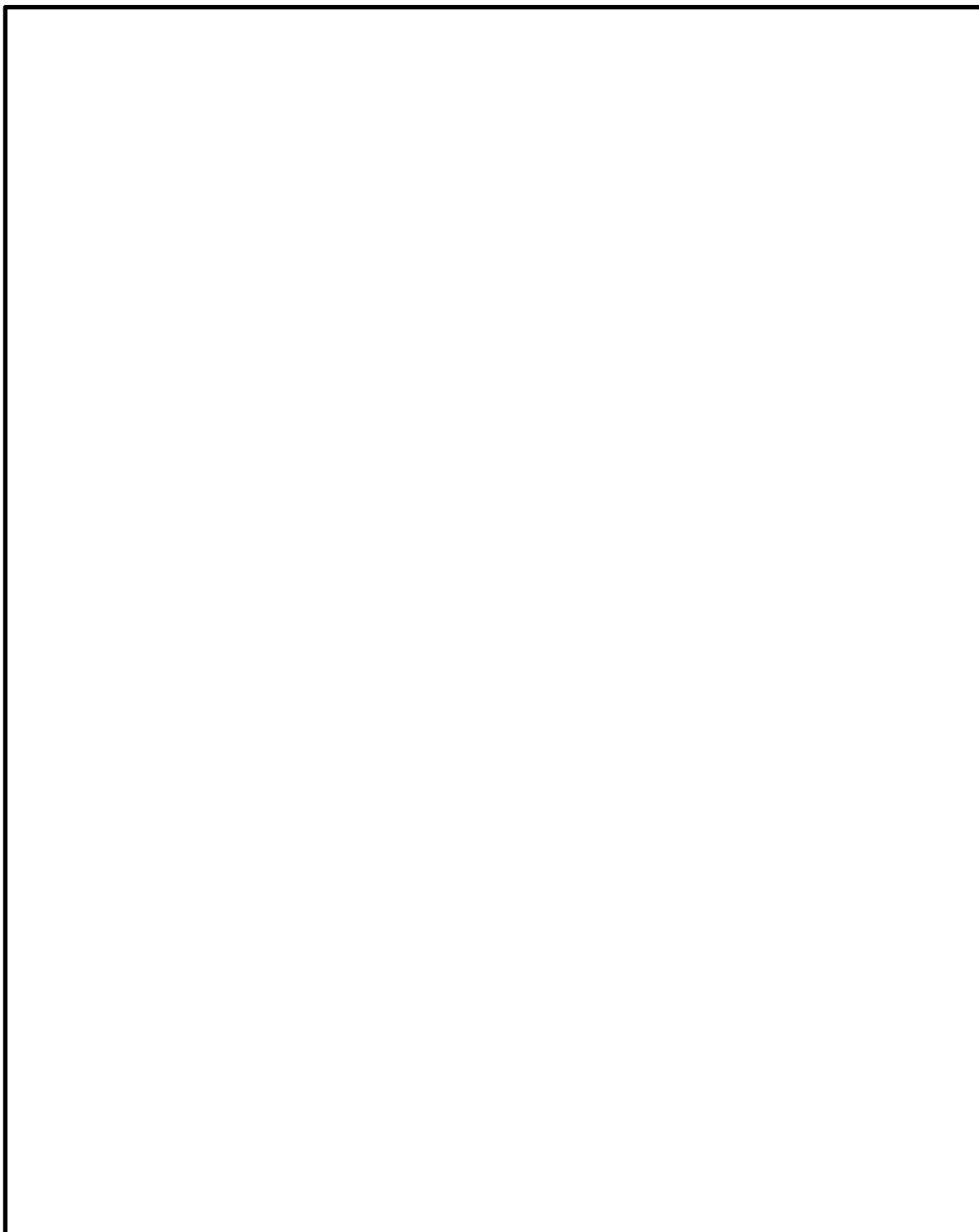
metano  
atmosfera

oxidosdenitrogeno  
calentamiento

ozono  
humanos

h) Consulta en textos, artículos científicos, la web, etc acerca de los GEI y prepara argumentos para un debate en clase (tiempo aproximado 30 min). El docente hará el papel de moderador; se harán preguntas o se plantearán situaciones y cada estudiante dará su punto de vista al respecto.

- i) Elabora un mapa conceptual sobre los gases efecto invernadero y sus fuentes.

A large, empty rectangular box with a black border, intended for the student to draw a conceptual map about greenhouse gases and their sources.

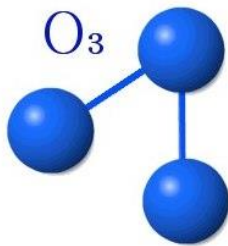
#### 4. La capa de Ozono

a) Realiza la siguiente lectura

##### ¿Qué es el Ozono?

El ozono es una molécula compuesta por tres átomos de oxígeno

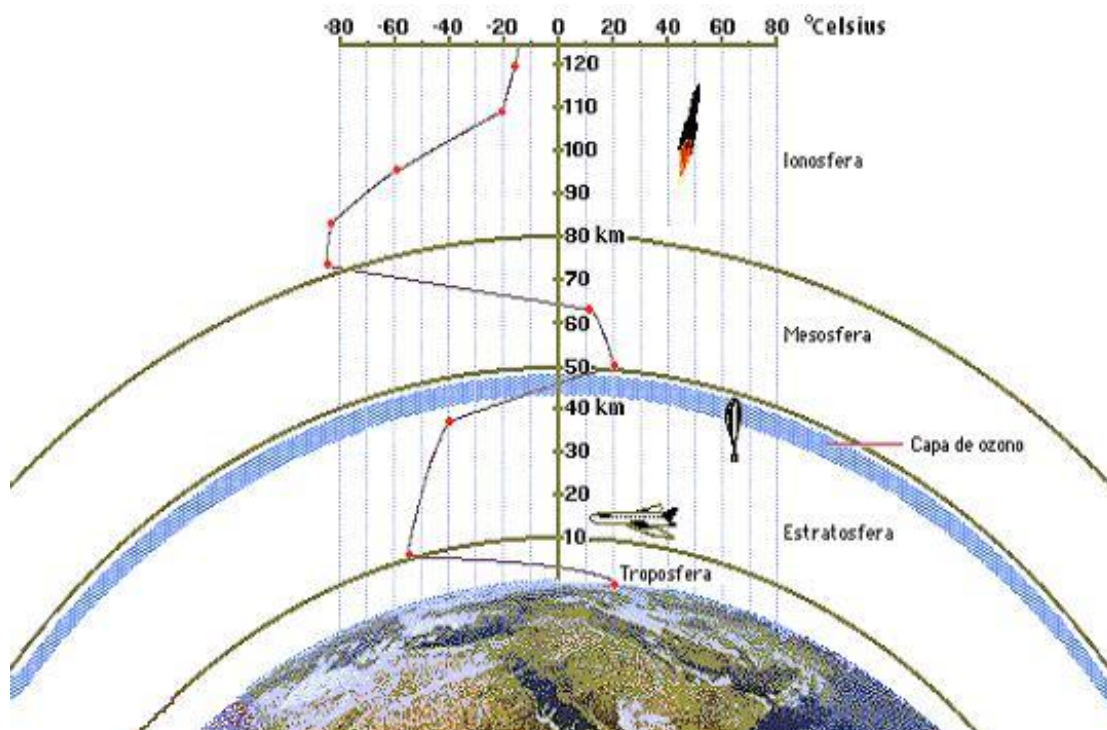
**Figura 5.7.** La molécula de ozono



Tomado de: <http://quimica.laguia2000.com/general/molecula-de-ozono>

Se llama capa de ozono a la concentración máxima de ozono presente en la atmósfera terrestre de manera natural.

**Figura 5.8.** Atmósfera terrestre y la capa de ozono



Tomado de: <http://www.citma.gva.es/web/calidad-ambiental/la-atmosfera-y-sus-capas>

Revisa el siguiente documento:

Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA. (2003). *La capa de ozono y las SAO*. Recuperado de <http://www.pnuma.org/ozono/curso/pdf/m1.pdf>

Aquí encontrarás información acerca de:

- El ozono y la capa de ozono.

Con base en la lectura responde:

¿Cuál es la composición química del ozono? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Cuál es la principal función del ozono? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

¿Cómo defines la capa de ozono? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

En el documento también encontrarás información acerca de:

- El agujero de ozono y cómo se destruye el ozono.
- Sustancias que agotan la capa de ozono (SAO).

De acuerdo a la lectura responde:

¿Qué cambios sufre el ozono al destruirse? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

¿Qué sustancias destruyen el ozono? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

¿En qué productos encontramos las sustancias que destruyen el ozono? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

- b) Con plastilina y palillos elabora en 3D la molécula de ozono (Figura 5.7)
- c) En parejas, representar con palillos y plastilina el proceso de destrucción del ozono por acción de los CFC's.

d) Realiza la siguiente lectura

## ¿Por qué existe agujero en la Antártica si los contaminantes no se producen allí?

*Es un hecho que los contaminantes, como los CFC se producen mayoritariamente en el hemisferio norte. El 90% es liberado en Europa, Rusia, Japón y EEUU. Los CFC suben luego hacia la estratósfera en las latitudes tropicales debido a los vientos.*

Estos contaminantes son trasladados mediante vientos hacia ambos polos. Así la estratósfera contiene aproximadamente un contenido homogéneo de cloro sobre todas las latitudes. Pero ambos polos tienen una meteorología muy diferente debido a su distinta superficie terrestre. El polo Sur tiene grandes extensiones de tierra, las cuales están rodeadas de mar. Estas condiciones producen bajas temperaturas en la estratósfera, lo que crea nubes polares estratosféricas.

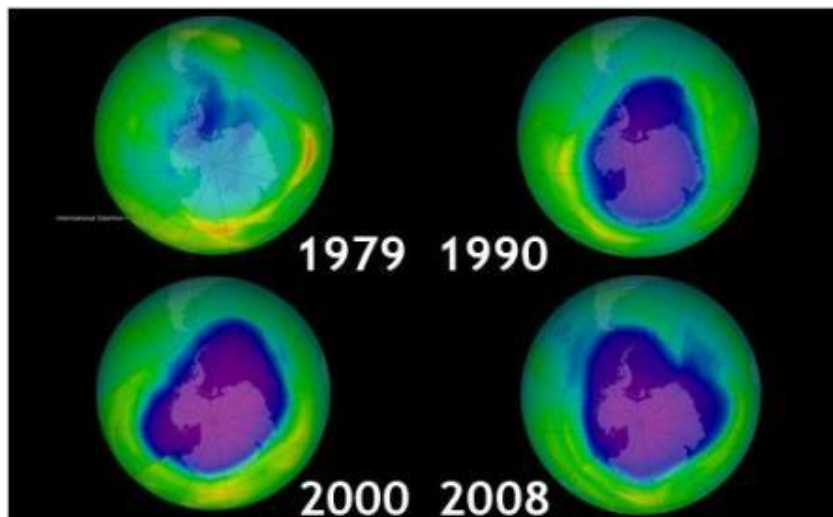
Finalmente estas nubes crean un ambiente químico propicio para la destrucción de ozono en la época de Primavera Austral, que se extiende entre septiembre hasta diciembre cada año.

En el polo Norte las temperaturas estratosféricas son más elevadas, por lo que no se forman tantas nubes y la destrucción de ozono es mucho menor.

Tomado de

Newtonberg. (2006). *¿Por qué existe agujero en la Antártica si los contaminantes no se producen allí?*. Recuperado de <http://www.sinia.cl/1292/fo-article-34564.pdf>

**Figura 5.9.** Estimación agujero de la capa de ozono



Tomado de: <https://bach1ciencias.wikispaces.com/Destrucci%C3%B3n+de+la+capa+de+ozono>



**Reflexión del Aprendizaje**

1. Completa el siguiente diario de clase adaptado de Sanmartí, 2007 (citado por Gonzales, 2014).

| <b>Pregunta</b>  | <b>Respuesta</b> |
|--|------------------|
| ¿Qué hemos aprendido hoy?                                      |                  |
| ¿Cómo lo hemos aprendido?                                      |                  |
| ¿Qué he entendido bien?  |                  |
| ¿Qué cosas no acabo de entender?                               |                  |
| ¿He mejorado el uso del lenguaje científico en mis respuestas? |                  |

## Evaluación

1. En parejas, completa el siguiente cuadro de evaluación (adaptado de González, 2014)

| Pregunta                          | ¿Qué es el efecto invernadero y el cambio climático? | ¿Cómo se puede enfriar la tierra? | ¿Cuáles son los gases efecto invernadero y sus fuentes? | ¿Cuál es la función de la capa de ozono y cómo se destruye? |
|-----------------------------------|--|-----------------------------------|---|---|
| Respuesta estudiante 1:           |  |                                   |   |   |
| Respuesta estudiante 2:           |  |                                   |   |   |
| ¿Qué se ha hecho mal?             |  |                                   |   |   |
| ¿Por qué se ha hecho mal?         |  |                                   |   |   |
| ¿Qué se puede hacer para mejorar? |  |                                   |   |   |

## UNIDAD DIDÁCTICA

### Enseñanza-Aprendizaje del Concepto Calentamiento Global de la Atmósfera

#### **Actividad No 3: ¿Cuáles son las consecuencias del cambio climático?**

##### **Obstáculos encontrados**

- No se identifica la mayoría de consecuencias del cambio climático en los ecosistemas.
- Los estudiantes no reconocen los efectos del calentamiento global en nuestro país.

##### **Objetivo**

- Reconocer las consecuencias del cambio climático

##### **Actividades**

#### **1. Consecuencias del Cambio Climático**

##### **a) Realiza la siguiente lectura**

#### **Consecuencias del Cambio Climático**

De acuerdo a los escenarios del IPCC el cambio climático puede ocasionar varios impactos: deshielos, cambios en el nivel del mar, eventos extremos, agricultura y pesquería y, biodiversidad, entre otros.

Analiza la lectura del siguiente link

[http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/05\\_serie/cambio\\_climatico.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/05_serie/cambio_climatico.pdf)

---

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Tlalpan, México D. F. (2009). *Cambio Climático. Ciencia, evidencia y acciones*. Recuperado de [http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/05\\_serie/cambio\\_climatico.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/05_serie/cambio_climatico.pdf)

Aquí encontrarás datos que explican en profundidad cada uno de estos factores; de cada apartado contesta las preguntas sugeridas:

#### Deshielos

- Enumera con cifras los casos de deshielo en el mundo
- ¿Qué opinas de estos datos?

#### Cambios en el nivel del mar

- ¿Cuáles son las consecuencias del aumento del nivel del mar?

#### Eventos extremos

- ¿Qué son los eventos extremos?
- Explica cómo fue la lluvia en Bombay en Julio de 2005
- ¿Qué otros eventos extremos encontraste?

#### Agricultura y pesquerías

- El cambio climático afecta los volúmenes y calidad de producción de los cultivos; explica cómo se afecta cada uno de ellos.
- ¿A qué se debe la disminución de las poblaciones de peces?

#### Biodiversidad

Los organismos de todas las especies viven en condiciones ambientales particulares que, de modificarse significativamente, impiden su sobrevivencia y reproducción.



- e) Busca más información acerca de las consecuencias del cambio climático (textos, artículos científicos, web, etc) (en la salud mental, olas de calor, enfermedades por vectores) y prepara tus argumentos para un debate en clase (tiempo aproximado 1 hora). El docente cumplirá el papel de moderador, hablando de las consecuencias del cambio climático; luego cada estudiante brindará su punto de vista.
  
- f) En 1/8 de cartulina elabora un mapa conceptual sobre las consecuencias del cambio climático, luego en parejas, se compararán las diferentes propuestas.

## **2. Efectos del calentamiento global en nuestro país**

- a) Revisa la siguiente nota.

Colombia puede verse muy afectada por los impactos del cambio climático. La mayor parte de la población se encuentra en las partes altas de las cordilleras, donde se prevén problemas de escasez hídrica e inestabilidad de suelos, y en las costas, donde el aumento del nivel del mar y las inundaciones pueden afectar los asentamientos humanos y las actividades económicas clave. El país tiene, además, una alta recurrencia de eventos extremos, con una gran y creciente incidencia de emergencias asociadas al clima.

| <b>Algunos efectos esperados del cambio climático</b> |  |
|---|--|
| <b>Salud</b>  | Aumento de la incidencia de las enfermedades transmitidas por vectores (malaria y dengue). Las regiones andinas son las más propensas a estas nuevas epidemias por ser zonas de malaria inestable, pero también indirectamente a causa del deterioro de los recursos hídricos y de las condiciones de habitabilidad.   |
| <b>Sector agropecuario</b>                            | Gran parte de los agroecosistemas del país son vulnerables a los efectos de la aridización, la erosión de suelos, la desertificación y a los cambios en el régimen hidrológico. También se estima un mayor riesgo de inundaciones en cultivos y de otros eventos naturales que afectan la producción agrícola (vendavales, granizadas, etc.).  |
| <b>Recursos hídricos</b>                              | Se proyectan aumentos de la escorrentía en las regiones costeras, en los llanos orientales y en los departamentos donde en las últimas décadas hubo inundaciones y deslizamientos. En contraste, se prevé una disminución de la escorrentía en la región andina y el norte del país, que puede causar problemas en el suministro de agua y déficit en los embalses, lo cual disminuye la generación de hidroenergía. |
| <b>Sistemas costeros</b>                              | Con la elevación prevista del nivel del mar millones de habitantes quedarían expuestos a las inundaciones en las zonas costeras, así como los asentamientos industriales, la infraestructura e instalaciones turísticas, y los cultivos. También son vulnerables las fuentes de agua, por una mayor intrusión salina.  |
| <b>Ecosistemas</b>                                    | Preocupa la reducción del área de nevados y páramos y, por tanto, de sus servicios ambientales. Los corales pueden sufrir por el aumento de la temperatura media del mar, y afectar así la biodiversidad y los recursos pesqueros asociados. Los impactos sobre los bosques pueden ser considerables, pero existe todavía incertidumbre sobre la resiliencia de éstos.   |
| <b>Vivienda y asentamientos</b>                       | La infraestructura en todo el país y los asentamientos precarios y en zonas de riesgo pueden verse afectados por la mayor frecuencia de eventos extremos (en especial inundaciones, lluvias fuertes, tormentas tropicales, vendavales y deslizamientos), lo que deteriorará aún más las condiciones de habitabilidad y la calidad de vida de poblaciones desplazadas y pobres.                                       |

Tomado de

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. PNUD Colombia. (2010). *El cambio climático en Colombia y en el sistema de las Naciones Unidas. Revisión de riesgos y oportunidades asociados al cambio climático.* Recuperado de [http://www.pnud.org.co/img\\_upload/61626461626434343535373737353535/Brochure%20resumen%20Proyecto.pdf](http://www.pnud.org.co/img_upload/61626461626434343535373737353535/Brochure%20resumen%20Proyecto.pdf)

b) Lee el siguiente texto

Dos efectos significativos y de alta importancia que ya se están viendo de forma medible son la transformación de los ecosistemas de montaña (pérdida de glaciares y alteración de los páramos) de nuestros nevados y el blanqueamiento de los arrecifes de coral.

Cerca del 50% del territorio nacional se vería seriamente afectado por cambios en el régimen hídrico: 8% del país sufriría procesos de desertificación, mientras que 95% de los nevados y 75% de los páramos colombianos desaparecerían.

Contrariamente el altiplano podría aumentar su productividad, debido a la disminución de los problemas con las heladas y granizadas.

Los efectos más notables en nuestro país, se refieren a la reducción de los glaciares de montaña. Algunos de estos, como el Nevado del Cisne, el Nevado del Quindío y el Pico Nevado en el Sumapáz, desaparecieron mientras que los glaciares del resto del país han reducido su tamaño en proporciones significativas.

El calentamiento global ha elevado la temperatura ambiente promedio en Colombia entre 0.8 y 1.0°C en los últimos años, y los glaciares que son indicadores muy sensibles del cambio climático están experimentando un proceso de deglaciación o retroceso muy acelerado, en los últimos 150 años los seis glaciares han reducido su extensión en más de 85%. Según la más reciente medición del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, el promedio de deshielo es entre 2% y 3% por año, hoy sólo quedan menos de 50 kilómetros cuadrados de glaciares.

En el caso de la Sierra Nevada del Cocuy, la masa glaciaria más grande y una de las dos que han sido monitoreadas, el deshielo es preocupante, pues en los últimos 50 años ha perdido más del 50% de su área: de 40 Km<sup>2</sup> en 1956 a 18 Km<sup>2</sup> hoy. En los años 80, la pérdida anual de hielo fue entre 10 y 15 metros; en los 90, entre 15 y 20 metros y el año pasado presentó un retroceso de 26 metros, un poco superior a lo registrado en 2005.

En el volcán nevado Santa Isabel, el otro glaciar monitoreado, la situación es similar. En 1850 tenía un área de 27,8 Km<sup>2</sup>, en 1995 se había reducido a 5,3 y hoy a duras penas

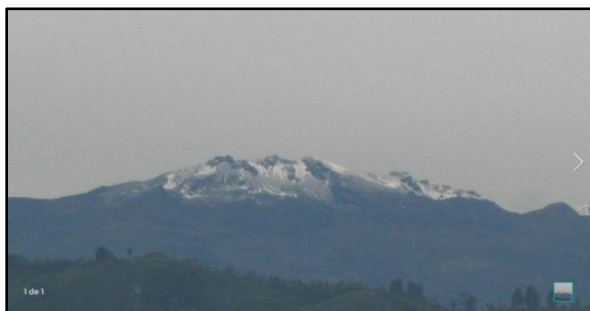
supera los 2,2. En cuanto a su espesor, en los últimos 10 meses ha perdido cerca de cinco metros en su parte más baja y 2,5 metros en la más alta. Pero hay más datos preocupantes. En los últimos tres años, los seis glaciares han perdido en promedio entre 10 y 15 metros de área, al nevado del Tolima le queda menos de un Km<sup>2</sup> y han disminuido las extensiones de páramos y han crecido las de desiertos con lo que peligran las reservas de agua.

Tomado de Contaminación Ambiental en Colombia, Tomo I. Capítulo 4. Problemas Ambientales Globales. Julia Perez R. y Maria del Carmen Vallejo R. pag. 133

c) Observa las siguientes imágenes

**Figura 5.10.** Nevado el Cisne

a) Antes



b) Actualmente

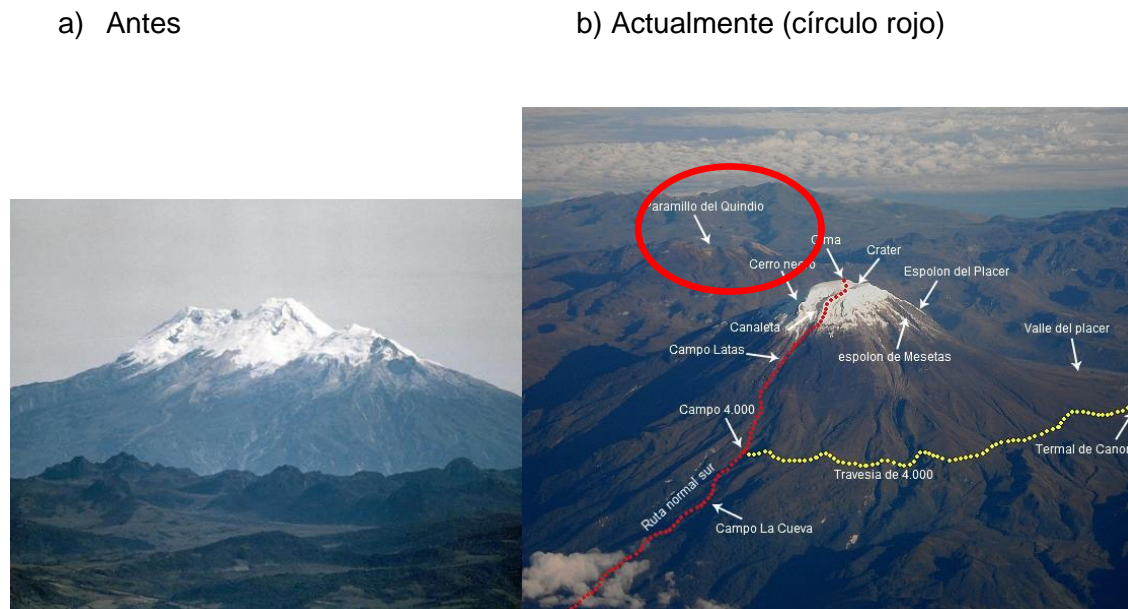


Fuente:

<http://www.minube.com.co/rincon/nevado-del-cisne-a154421#modal-39964>

<http://www.sgc.gov.co/Manizales/Volcanes/Paramillo-del-Cisne-Morro-Negro/Generalidades.aspx>

**Figura 5.11.** Nevado del Quindío



Fuente:

[http://www.google.com.co/imgres?imgurl=http://enciclopediadecolombia.wikispaces.com/file/view/Huila\\_1.jpg/246488667/480x390/Huila\\_1.jpg&imgrefurl=http://www.datuopinion.com/nevado-del-quindio&h=390&w=480&tbnid=EOxzf83LqvlFqM:&zoom=1&docid=iDB8laEmLXR59M&ei=Dzk0Vdu8JLG0sAS9q4DwBq&tbn=isch&ved=0CIQBEDMoYzBj](http://www.google.com.co/imgres?imgurl=http://enciclopediadecolombia.wikispaces.com/file/view/Huila_1.jpg/246488667/480x390/Huila_1.jpg&imgrefurl=http://www.datuopinion.com/nevado-del-quindio&h=390&w=480&tbnid=EOxzf83LqvlFqM:&zoom=1&docid=iDB8laEmLXR59M&ei=Dzk0Vdu8JLG0sAS9q4DwBq&tbn=isch&ved=0CIQBEDMoYzBj)

<http://www.rutadirecta.info/2008/12/completa-resea-de-la-ruta-normal-del.html>

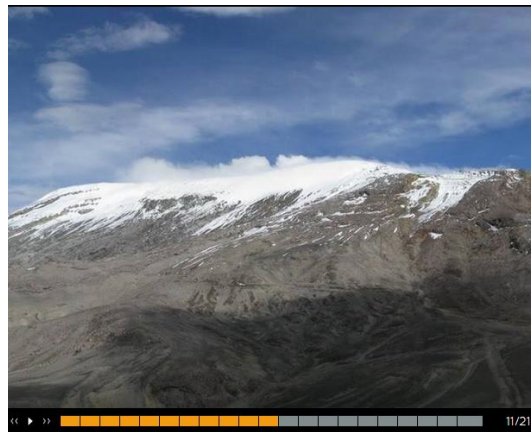
**Figura 5.12.** Nevado del Ruiz

Fuente:

<http://www.noticiascolombianas.com.co/index.php/25727/nevado-del-ruiz-el-deshielo-de-los-nevados-en-colombia/>



Año 1985



año 2000

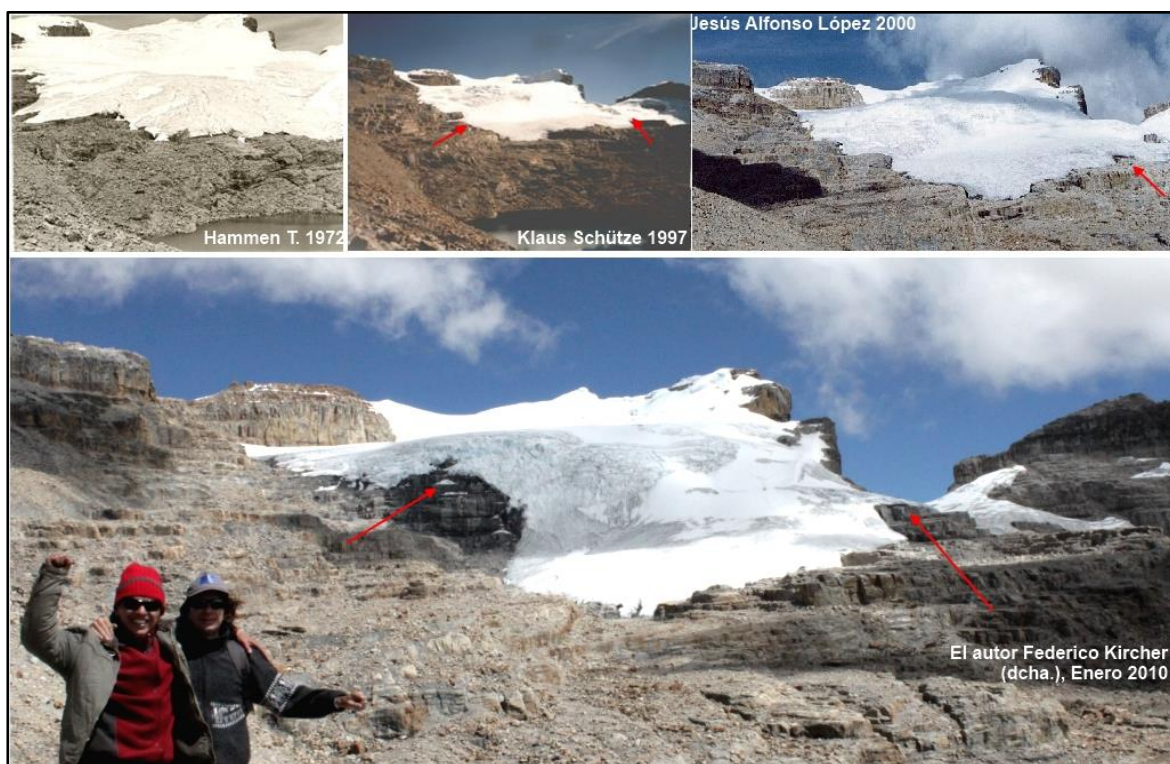


Año 2013

Fuente:

<https://www.haikudeck.com/nevado-del-ruiz-amenazado-por-el-calentamiento-global-uncategorized-presentation-lpofcJLAZ7#slide-11>

**Figura 5.13.** Sierra Nevada del Cocuy



Fuente:

<http://www.nevados.org/index.php/es/sierra-cocuy/info-general-sierra/140-0-klima.html>

**Figura 5.14.** Nevado del Tolima

Fuente: <http://ecohuellas.files.wordpress.com/2007/11/nevado-del-tolima.jpg>



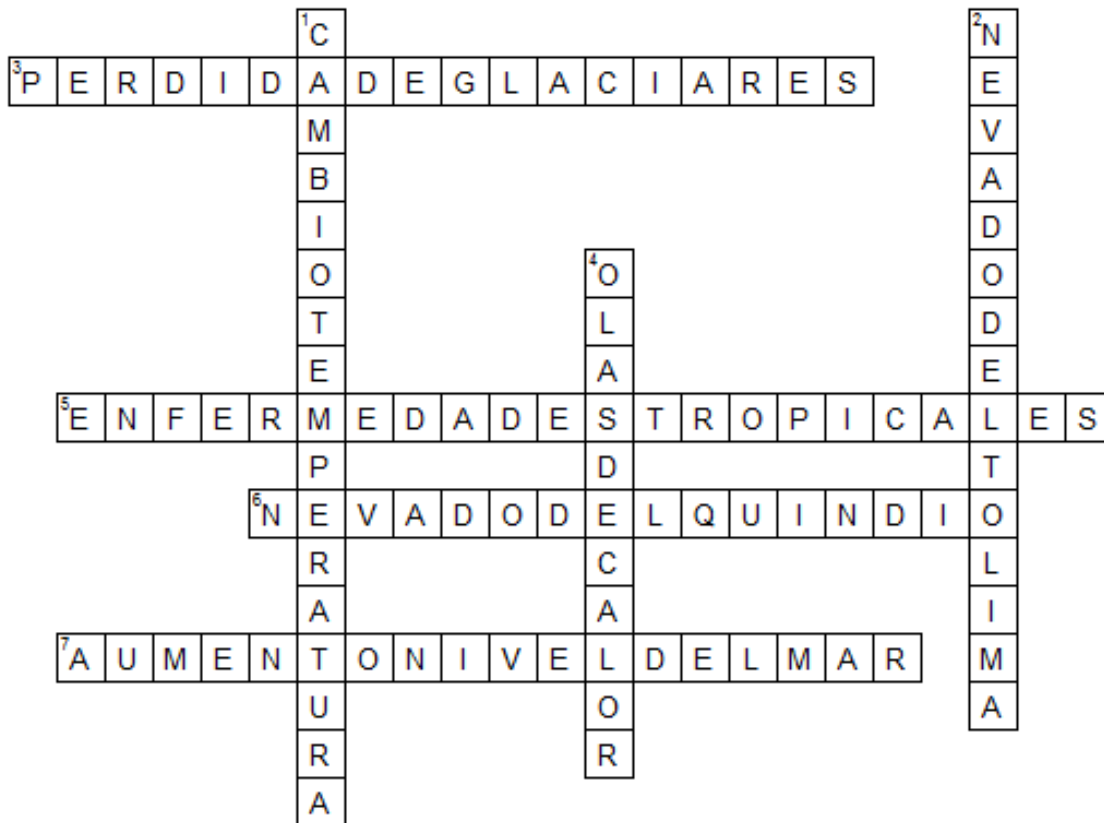
Fuente:

<http://www.elnuevodia.com.co/nuevodia/especiales/dia-del-tolima/178197-en-20-anos-los-nevados-seran-un-recuerdo>



d) Formula las posibles preguntas para las respuestas del siguiente crucigrama

**Figura 5.15.** Crucigrama consecuencias del cambio climático.



## Reflexión del Aprendizaje

1. Completa el siguiente diario de clase adaptado de Sanmartí, 2007 (citado por Gonzales, 2014).

| <b>Pregunta</b>  | <b>Respuesta</b> |
|--|------------------|
| ¿Qué hemos aprendido hoy?                                      |                  |
| ¿Cómo lo hemos aprendido?                                      |                  |
| ¿Qué he entendido bien?  |                  |
| ¿Qué cosas no acabo de entender?                               |                  |
| ¿He mejorado el uso del lenguaje científico en mis respuestas? |                  |

**Evaluación**

1. En parejas, completa el siguiente cuadro de evaluación (adaptado de González, 2014)

| Pregunta                          | ¿Cuáles son las consecuencias del cambio climático en los ecosistemas? | ¿Cuáles son las consecuencias del cambio climático en la salud humana? | ¿Cuáles son los efectos del cambio climático en nuestro país? |
|-----------------------------------|--|--|---|
| Respuesta estudiante 1:           |  |  |   |
| Respuesta estudiante 2:           |  |  |   |
| ¿Qué se ha hecho mal?             |  |  |   |
| ¿Por qué se ha hecho mal?         |  |  |   |
| ¿Qué se puede hacer para mejorar? |  |  |   |

## UNIDAD DIDÁCTICA

### Enseñanza-Aprendizaje del Concepto Calentamiento Global de la Atmósfera

#### Actividad No 4: ¿Qué se está haciendo para evitar el calentamiento global?

##### Obstáculos encontrados

- No se conoce el mecanismo “certificado reducción de emisiones” adoptado por los países contaminantes como mitigación al calentamiento global.
- Se desconoce los acuerdos firmados por los países en los convenios internacionales para la mitigación del cambio climático.
- Los estudiantes no conocen ningún programa de mitigación en Colombia.

##### Objetivo

- Conocer los programas de mitigación del cambio climático

##### Actividades

#### 1. Certificados de Reducción de Emisiones

- a) Realiza la siguiente lectura

##### Mercado del carbono

Como consecuencia de los cambios climáticos, los países han desarrollado diferentes mecanismos destinados a mitigar los problemas ambientales, producto de las actividades industriales dentro de un mercado competitivo que tiende a la obtención del crecimiento y desarrollo de la economía, dejando de lado externalidades significativas del medio ambiente. Es por ello que en 1997 surge el Protocolo de Kioto como uno de los instrumentos jurídicos internacionales más importantes destinado a luchar contra el cambio climático. Por esta razón, se estableció un límite máximo de la cantidad total de

emisiones para cada país participante, quien obtiene un monto determinado de permisos de emisión y que puede luego comercializarse en un mercado, donde los participantes que emiten menos de lo permitido pueden vender sus permisos excedentes a aquellos cuyas emisiones exceden su cantidad máxima establecida.

Así, quienes pueden reducir sus emisiones sin incurrir en grandes costos tienen el incentivo para hacerlo, pues pueden beneficiarse vendiendo en el mercado sus permisos no utilizados. Por otro lado, para quienes es muy difícil o costoso reducir sus emisiones, la compra de permisos en el mercado puede resultar la opción más eficiente, mediante la financiación de proyectos o abatimiento de estos gases en otras naciones, acreditando tales disminuciones como si hubiesen sido hechas en territorio propio. Los precios de comercialización de estos permisos son determinados en función de la oferta y la demanda de dicho mercado.

De lo anterior se puede decir que el mercado de carbono es un sistema de comercio a través del cual los gobiernos, empresas o individuos pueden vender o adquirir reducciones de gases de efecto invernadero.

Dentro del mercado del carbono se utilizan tres tipos de mecanismos tendientes a la comercialización de reducción de emisiones:

Comercio internacional de emisiones (CIE): se da entre países industrializados y se basa en la compra de derechos de emisión a países por debajo de sus cuotas. Las unidades de venta se denominan unidades de cantidades asignadas (UCA).

Implementación conjunta (IC): está basada en la compra de derechos de emisión resultantes de proyectos implementados conjuntamente entre países industrializados. Las unidades de venta se denominan unidades de reducción de emisiones (URE).

Mecanismo de desarrollo limpio (MDL): permite la comercialización de reducción de emisiones resultantes de la implementación de proyectos MDL en países en vías de desarrollo. Las unidades de venta se denominan reducciones certificadas de emisiones o Certificados de Reducción de Emisiones

Los CER han tenido gran impacto y adopción por parte de algunos países interesados en la reducción de los GEI. Estos certificados son emitidos exclusivamente por la Junta Ejecutiva de la ONU mediante bonos que equivalen a una tonelada métrica de dióxido de carbono cada uno, caracterizado por ser único, transferible y negociable, siendo plena y libremente comercializable por sus titulares antes, durante o después de su emisión.

Tomado de Gómez, S., Hernández, D., & Ríos, A. (2013) El reconocimiento de los certificados de emisiones reducidas (SER) como un activo intangible. Revista Activos, 18(1), 149-161. Recuperado de [http://contaduria.usta.edu.co/images/stories/dependencia/pregrado/documentos/R18\\_Articulo\\_7.pdf](http://contaduria.usta.edu.co/images/stories/dependencia/pregrado/documentos/R18_Articulo_7.pdf)

Mecanismo para un Desarrollo Limpio: El Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL), definido en el artículo 12 del Protocolo, permite que un país que en virtud del Protocolo de Kioto haya asumido el compromiso de reducir o limitar las emisiones ponga en práctica proyectos de reducción de las emisiones en países en desarrollo. A través de tales proyectos se pueden conseguir créditos por reducciones certificadas de las emisiones (Certified Emission Reductions, CERs, por sus siglas en inglés), o certificados de reducción de emisiones; cada uno de los cuales equivale a una tonelada de CO<sub>2</sub> y que cuenta para el cumplimiento de las metas.

#### Ejemplo

Una actividad de un proyecto del MDL puede consistir, en un proyecto de electrificación en el que se usen paneles solares. El mecanismo fomenta el desarrollo sostenible y la reducción de las emisiones, al mismo tiempo que da cierta flexibilidad a los países industrializados a la hora de elegir la forma en que quieren alcanzar sus metas de reducción o limitación de las emisiones. El Ciclo de Proyecto en el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) abarca el proceso de: diseño, implementación y validación y registro de actividades de proyecto MDL, el monitoreo, verificación, certificación y expedición de los CERs generados por esas actividades de proyecto. Dada la complejidad de los pasos necesarios para obtener el registro de un proyecto MDL puede ser recomendable contar con la asistencia de firmas especializadas, a fin de facilitar el registro y la emisión de los CERs en tiempo y forma, así como para optimizar los recursos del proyecto, y disminuir los riesgos que pudieran estar asociados al mismo.

Tomado de

Bancoldex. (2009). *Guía en cambio climático y mercados del carbono*. Recuperado de [https://www.bancoldex.com/documentos/3810\\_Guia\\_en\\_cambio\\_clim%C3%A1tico\\_y\\_mercados\\_de\\_carbono.pdf](https://www.bancoldex.com/documentos/3810_Guia_en_cambio_clim%C3%A1tico_y_mercados_de_carbono.pdf)

b) Observa el siguiente video: <https://www.youtube.com/watch?v=kNVBYh08c7c>  
(12:09)

c) En base a la lectura y el video completa la siguiente tabla

| Item                         | ¿En qué consiste? |
|------------------------------|-------------------|
| ¿Qué significa la sigla MDL? |                   |
| ¿Qué significa la sigla CER? |                   |



## 2. Convenios internacionales para la mitigación

a) Realiza la siguiente lectura

### **Cambio Climático - Reconocimiento Del Problema**

Para el reconocimiento de los efectos del cambio climático y presentar posibles soluciones, se han realizado pactos internacionales; los más relevantes son:

#### **Protocolo de Montreal (1987)**

Debido a los riesgos que conlleva el agotamiento de la capa de ozono, los líderes de muchos países decidieron trabajar en una solución viable. Desde 1987, 191 naciones (casi todos los países del mundo) han ratificado un tratado internacional excepcional sobre el medio ambiente: el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono. El objetivo principal del Protocolo es reducir y eventualmente eliminar la producción y el uso de sustancias que agotan la capa de ozono.. Al aceptar los términos del Protocolo de Montreal (PM), las naciones que lo suscribieron asumieron el compromiso de tomar medidas para proteger la capa de ozono, con miras a revertir, en el largo plazo, el daño causado por el uso de sustancias que la agotan.

Tomado de: <http://www.unido.org/es/que-hacemos/medio-ambiente-y-energia/el-protocolo-de-montreal.html>

El Protocolo de Montreal lista y establece categorías entre las sustancias que agotan la capa de ozono, según su grado de incidencia en el problema. Establece además mecanismos para el reporte de datos de consumo de las sustancias que agotan la capa de ozono y prohíbe el comercio de dichas sustancias con los estados que no son signatarios.

Las obligaciones de congelación y eliminación difieren entre los países desarrollados y los países en desarrollo, considerando que los países en desarrollo generalmente no tienen acceso a tecnologías alternativas, conocimientos técnicos e inversión en capital.



obligatorios para reducir las emisiones de los 6 gases de efecto invernadero de origen humano como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), además de tres gases industriales fluorados: hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).

Situación actual del protocolo de Kyoto

Según el Protocolo: la UE aceptó el objetivo de un 8% de reducción; EE.UU. 7% y Japón 6%. Sin embargo, otros países tenían el compromiso de estabilizar sus emisiones como Nueva Zelanda, Rusia o Ucrania, o la posibilidad de incrementarlas como Noruega un 1% y Australia un 8%. Lo mismo sucedió con el reparto que los países europeos hicieron de su 8% conjunto, permitiendo a España aumentar las emisiones en un 15%

Marulanda, C. (2009). *Metodología para la obtención de certificados de reducción de emisiones por medio del mecanismo de desarrollo limpio aplicado en bosques*. Universidad de la Salle, Bogotá D.C., Colombia.

e) Observa el siguiente video: <https://www.youtube.com/watch?v=GrejGepkVN4>  
(2:55)

f) Responde

Teniendo en cuenta la lectura y el video, ¿cuál es el principal objetivo del protocolo de Kyoto? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

- g) En parejas, un estudiante hará una entrevista a su compañero, donde le pedirá que como experto en cambio climático, le explique a cerca de los convenios internacionales para la mitigación del cambio climático, los MDL y los CER. La entrevista debe ser grabada en modo de video y luego editada con algún software para su final publicación y evaluación.

### 3. Programas de mitigación del cambio climático en Colombia.

- a) Realiza la siguiente lectura

#### Actividades de Reducción de Emisiones

Las siguientes, son las actividades que para el PK, pueden reducir sustancialmente la emisión de GEI y así mismo optar por cuantificar su reducción y comercializar la misma, a saber<sup>18</sup>:

- **Energía:** mayor eficiencia en generación y distribución, sustitución de carbón por gas natural, energía nuclear, fuentes renovables (hidro, solar, eólica, geotermia y biomasa), cogeneración.
- **Transporte:** vehículos más eficientes, vehículos híbridos, diesel limpio, biocombustibles, cambios de modo de carretero a férreo y de transporte privado a público, transporte no motorizado, planificación de uso del suelo.
- **Construcciones:** iluminación eficiente, equipos eléctricos, calefacción y aire acondicionado eficientes, aislamiento térmico, arquitectura solar pasiva, estufas eficientes, cambio refrigerantes y reciclaje de compuestos fluorados.
- **Industria:** mayor eficiencia de equipos de uso final de energía, recuperación de calor, reciclaje y sustitución de materiales, control de emisiones de gases diferentes al CO<sub>2</sub>, tecnologías aplicadas a procesos.
- **Agricultura:** Mejores prácticas de cultivo y pastoreo para incrementar carbono en suelos, recuperación de suelos degradados, mejoras en el cultivo de arroz y en gestión de residuos animales, aplicación adecuada de fertilizantes, cultivos energéticos, eficiencia energética
- **Forestal:** Reforestación, manejo de bosques, reducción de deforestación, gestión adecuada de productos maderables, bioenergía.
- **Residuos:** recuperación de gas de rellenos, incineración con recuperación de energía, compostaje, tratamiento controlado de aguas residuales, reciclaje y minimización de residuos.

Tomado de

Bancoldex. (2009). *Guía en cambio climático y mercados del carbono*. Recuperado de [https://www.bancoldex.com/documentos/3810\\_Guia\\_en\\_cambio\\_clim%C3%A1tico\\_y\\_mercados\\_de\\_carbono.pdf](https://www.bancoldex.com/documentos/3810_Guia_en_cambio_clim%C3%A1tico_y_mercados_de_carbono.pdf)

## PRINCIPALES PROYECTOS DE MECANISMOS DE DESARROLLO LIMPIO EN COLOMBIA

El mecanismo de desarrollo limpio se basa en la ejecución de proyectos de reducción de emisiones en países en vías de desarrollo y fue creado como una alternativa para que los países del Anexo 1 adquieran reducciones certificadas denominadas CER's a menores costos que en su mercado

Según Proexport existen diferentes proyectos MDL en Colombia y en diferentes sectores, a continuación una breve descripción de estos.

### 1. Sector Forestal

1. Reforestación Productiva y Protectora en el Bajo Magdalena
2. Un Proyecto Forestal en la Cuenca Del Río Chinchiná
3. Reforestación en Regiones Ecológicamente Sensibles
4. Reforestación de Cáceres, Bajo Cauca de Antioquia
5. Reforestación e implementación de Sistemas Agroforestales
6. Implementación de Sistemas Forestales en San Nicolás

### 2. Reducción de Emisión de gases de Efecto Invernadero

1. Captura y uso de Biogás del Relleno Sanitario de Bucaramanga.
2. Reducción de Óxido Nitroso ( $N_2O$ )
3. Reducción de  $CO_2$  a partir de la optimización de energía.
4. Planta Hidroeléctrica Manso
5. Pequeña Hidroeléctrica de Puerto Salgar
6. Segunda Interconexión con Colombia – Ecuador A 230 Kv
7. Aumento de la Capacidad y Mejoramiento de la Eficiencia.

---

### 3. Cambio de Combustibles por Fuentes de Energía Renovable.

1. Reemplazo de motores Diesel
2. Proyecto de cambio de combustible por Energía Renovable
3. Bagazo de caña de azúcar para generación de electricidad
4. Pequeña Hidroeléctrica
5. Planta Micro-Hidroeléctrica

### 4. Gases Generados por Rellenos Sanitarios

1. Biometanización de desechos municipales de Cartagena
2. Recuperación de gas del relleno sanitario para generar calor
3. Uso de energía del gas generado en el relleno sanitario
4. Recuperación de gas del relleno sanitario “La Glorita”
5. Proyecto de recuperación e incineración de gas generado

Tomado de

Marulanda, C. (2009). *Metodología para la obtención de certificados de reducción de emisiones por medio del mecanismo de desarrollo limpio aplicado en bosques*. Universidad de la Salle, Bogotá D.C., Colombia.

b) Cada estudiante consultará un MDL en Colombia y lo explicará a sus compañeros

c) Responde

¿Qué mecanismo MDL crees se podría implementar en tu colegio, tu barrio o comuna?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

d) Consulta cómo las hidroeléctricas ayudan a reducir el calentamiento de la tierra

e) Observa el siguiente video: [https://www.youtube.com/watch?v=lwj0tT\\_aiyQ](https://www.youtube.com/watch?v=lwj0tT_aiyQ) (4:53)

f) Consulta en qué consisten las siguientes formas de mitigación:

| Formas de mitigación                | Respuesta |
|-------------------------------------|-----------|
| Energías Renovables                 |           |
| Energía Nuclear                     |           |
| Captura y Almacenamiento de Carbono |           |
| Bosques                             |           |

- g) Organiza tu información sobre los programas para la mitigación del cambio climático y prepárate para un debate en clase (tiempo aproximado 45 min). Se hablará de cada uno de los programas, donde podrás hacer tus aportes
- h) En un pliego de papel bond elabora un mapa mental sobre el tema cambio climático teniendo en cuenta su definición, causas, consecuencias y mitigación. Lo expondrás a tus compañeros en el salón de clases.

### Reflexión del Aprendizaje

1. Completa el siguiente diario de clase adaptado de Sanmartí, 2007 (citado por Gonzales, 2014).

| Pregunta   | Respuesta |
|--|-----------|
| ¿Qué hemos aprendido hoy?                                      |           |
| ¿Cómo lo hemos aprendido?                                      |           |
| ¿Qué he entendido bien?  |           |
| ¿Qué cosas no acabo de entender?                               |           |
| ¿He mejorado el uso del lenguaje científico en mis respuestas? |           |

**Evaluación**

1. En parejas, completa el siguiente cuadro de evaluación (adaptado de González, 2014)

| Pregunta                          | ¿Cuáles son los principales convenios internacionales para la mitigación del cambio climático y su objetivo? | ¿Qué son los CER? | ¿Qué programas de mitigación se desarrollan en Colombia? |
|-----------------------------------|--|-------------------|--|
| Respuesta estudiante 1:           |  |                   |  |
| Respuesta estudiante 2:           |  |                   |  |
| ¿Qué se ha hecho mal?             |  |                   |  |
| ¿Por qué se ha hecho mal?         |  |                   |  |
| ¿Qué se puede hacer para mejorar? |  |                   |  |

## **6. Conclusiones y recomendaciones**

### **6.1 Conclusiones**

Los estudiantes evaluados no tienen claro los conceptos clima y cambio climático; además presentan insuficiencia en el conocimiento de términos técnicos y en la comprensión de lectura, lo que dificulta el proceso de enseñanza-aprendizaje de estos y otros conceptos o procesos que se quieran interiorizar para el desarrollo intelectual o personal de los estudiantes.

No se comprende en profundidad las causas del calentamiento global (los gases efecto invernadero y sus fuentes, radiación responsable, función de la capa de ozono, gases que la destruyen y sus fuentes) lo que acarrea pocas acciones en pro de la mitigación del problema, pues si no se conocen las causas, serán inminentes las consecuencias.

Existe un gran desconocimiento de las consecuencias del calentamiento global tanto en los ecosistemas como en las poblaciones humanas, lo que lleva a una despreocupación acerca del fenómeno por parte de los evaluados, causando esto que no se propicien actividades para disminuir el impacto en el planeta.

Los mecanismos implementados a nivel mundial y nacional para la mitigación del calentamiento global no son conocidos por los estudiantes de educación media evaluados; lo que indica pocas posibilidades de aportar en algunos de ellos.

Es vital el reconocimiento de las ideas previas de los estudiantes antes de planificar cualquier actividad o acción para la enseñanza-aprendizaje de un concepto o proceso, pues dan un punto de partida que ayuda a maximizar el tiempo de ejecución de la actividad y a minimizar la utilización de recursos.

El calentamiento global de la atmósfera es un fenómeno mundial que constituye la causa de muchos eventos negativos que conocemos actualmente, como por ejemplo los desastres naturales, desabastecimiento de alimentos, pérdida de biodiversidad y de páramos, muerte por enfermedades, entre otros; por lo tanto debe conocerse, pues nos afecta a todos sin importar si somos causantes de este o no.

## **6.2 Recomendaciones**

Es necesario profundizar mucho más en estrategias para la enseñanza-aprendizaje del calentamiento global por ser un evento que compromete drásticamente la preservación de la calidad de vida de los humanos y los ecosistemas; por lo tanto es urgente sumar esfuerzos para la enseñanza en profundidad de este tema e iniciar ¡ya! acciones para la mitigación de este problema.

Este trabajo presenta una unidad didáctica para la enseñanza-aprendizaje del concepto calentamiento global de la atmósfera en estudiantes de educación media, pero es recomendable continuar trabajos al respecto con estudiantes de básica primaria, para afianzar una conciencia ambiental en quienes tomarán las decisiones políticas y sociales en el futuro.

## **A. Anexo: Cambio Climático- Explorando Ideas Previas**

A continuación se presenta el cuestionario utilizado para indagar las ideas previas de los estudiantes de educación media acerca del concepto Calentamiento Global de la Atmósfera.

**INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA  
ALFONSO PALACIO RUDAS**  
Ibagué-Tolima

Cambio Climático-Explorando Ideas Previas

Grado \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_

Docente \_\_\_\_\_

Buen Día

A continuación encontrarás varias preguntas acerca del cambio climático, elaboradas con el fin de conocer las concepciones de un grupo de estudiantes de educación media sobre este concepto, todo para idear estrategias en pro de mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje del “Calentamiento Global”.

Responde en los espacios indicados de acuerdo a lo que tú conozcas. Cuando sea necesario, explica claramente tus respuestas y en lo posible, evita dejar preguntas sin responder.

1. La ciudad de Melgar presenta una temperatura promedio de 30°C y es catalogada como una ciudad cálida; en la ciudad de Bogotá, la temperatura promedio es de 14°C y es conocida como una ciudad moderadamente fría. De acuerdo a esto, ¿cómo definirías el clima?

---

---

---

---

---

---

---

---










---

---





5. De las imágenes que se muestran a continuación, indica cuáles están relacionadas con el aumento de gases efecto invernadero (recuerda que puedes elegir varias opciones). (Adaptado de Conde, Sierra, Sánchez & Ruiz (2013)):

|  |  |
|--|--|
|  Coche (a)            |  Ganado (b)                |
|  Industria (c)        |  Energías renovables (d)    |
|  Vertedero (e)        |  CFC's (f)                 |
|  Bosque (g)           |  Bombillas bajo consumo (h) |
|  Central nuclear (i) |  |

6. Algunas actividades naturales causan enfriamiento de la tierra, por ejemplo, las erupciones volcánicas, ¿cómo crees que se produce esto?

---

---

---

---

---

---

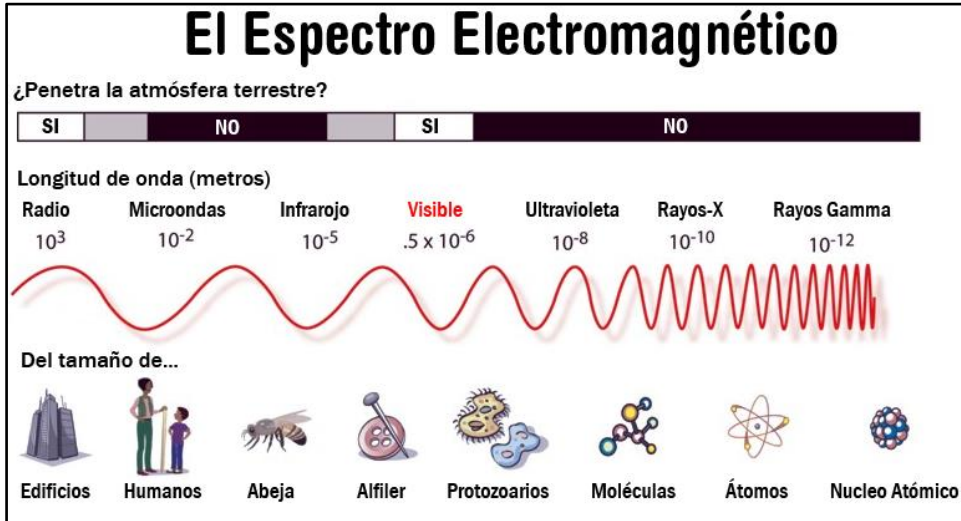
---

---

---

---

7. La luz del sol está formada por diferentes tipos de radiaciones llamadas espectro electromagnético, que van desde los rayos gamma hasta las ondas de radio, como se observa en la figura. (Adaptado de Conde et al., 2013)

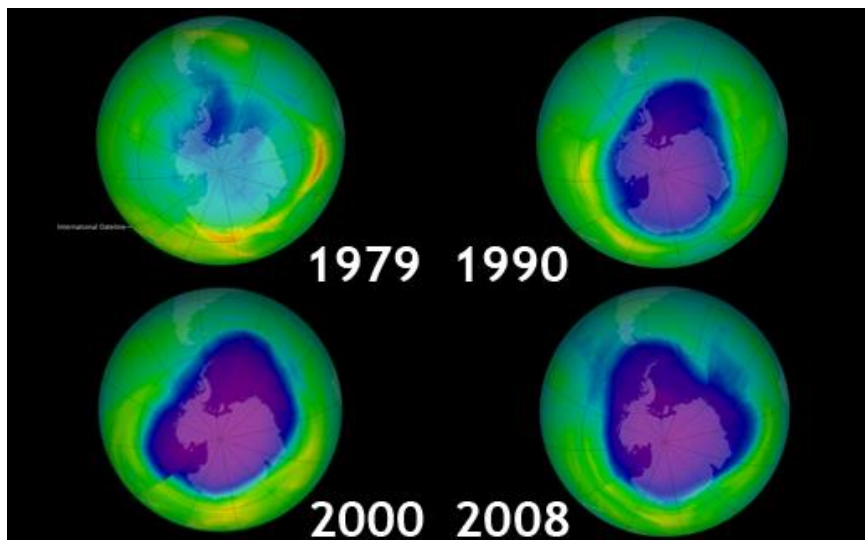


Adaptado de: <http://www.astrofisicayfisica.com/2012/06/que-es-el-espectro-electromagnetico.html>

Señala cuál de estas radiaciones es responsable del cambio climático:

- e) Radiación Infraroja
- f) Radiación Visible
- g) Radiación Ultravioleta
- h) Rayos x










8. Año tras año se ha incrementado el agujero de la capa de ozono;



Tomado de <https://bach1ciencias.wikispaces.com/Problemas+en+la+capa+de+ozono>



10. De las imágenes que se muestran a continuación, ¿cuáles crees están relacionadas con la destrucción de la capa de ozono? (puedes elegir una o varias opciones). (Adaptado de Conde et al., 2013):

|  |   |
|--|---|
| <br>Coche (a)             | <br>Ganado (b)                 |
| <br>Industria (c)         | <br>Energías renovables (d)    |
| <br>Vertedero (e)         | <br>CFC's (f)                  |
| <br>Bosque (g)            | <br>Bombillas bajo consumo (h) |
| <br>Central nuclear (i) |   |







16.El mundo ya es consciente del grave problema que es el calentamiento global, por esto se han firmado varios convenios internacionales con el fin de mitigar la situación; algunos de estos convenios son:

- Protocolo de Montreal (1987)
- Convención de Rio de Janeiro (1992)
- Protocolo de Kyoto (1997)

¿Conoces algún acuerdo firmado por los países en uno de estos convenios? Cuéntanos

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Muchas gracias por tus aportes, ayudarán a comprender mejor el Calentamiento Global.

Hasta Pronto.....





## Referencias

- Asociación Civil Labor: Amigos de la Tierra-Perú. (2007). *Los gases de efecto invernadero: ¿Por qué se produce el calentamiento global?*. Recuperado de [http://www.labor.org.pe/descargas/1ra%20publicacion\\_%20abc%20cc.pdf](http://www.labor.org.pe/descargas/1ra%20publicacion_%20abc%20cc.pdf)
- Bancoldex. (2009). *Guía en cambio climático y mercados del carbono*. Recuperado de [https://www.bancoldex.com/documentos/3810\\_Guia\\_en\\_cambio\\_clim%C3%A1tico\\_y\\_mercados\\_de\\_carbono.pdf](https://www.bancoldex.com/documentos/3810_Guia_en_cambio_clim%C3%A1tico_y_mercados_de_carbono.pdf)
- Bello, S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación Química* 15(3), 210-217.
- Blasco, M., & Mengual, A. (2004). *Las unidades didácticas*. Educación física y su didáctica II. Recuperado de <http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/8092/6/Las%20unidades%20b%C3%A1sicas%20de%20programaci%C3%B3n.pdf>
- Campanario, J., & Otero, J. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias* 18(2) 155-169.
- Castro, N., Trujillo, M., & Guerrero, J. (2006). Obstáculos cognitivos asociados al aprendizaje del concepto de función real. *IIEC*, 1(2), 29-32.

- Chaves, J. (2004). Desarrollo Tecnológico en la Primera Revolución Industrial. *Norba. Revista de Historia*. Recuperado de [file:///D:/Downloads/Dialnet-DesarrolloTecnologicoEnLaPrimeraRevolucionIndustri-1158936%20\(1\).pdf](file:///D:/Downloads/Dialnet-DesarrolloTecnologicoEnLaPrimeraRevolucionIndustri-1158936%20(1).pdf)
- Conde, M., Sierra, S., Sanchez, S., & Ruiz, C. (2013). Ideas alternativas sobre cambio climático, adelgazamiento de la capa de ozono y lluvia ácida de un grupo de alumnos de centros de enseñanza permanente de adultos. *Comunicación*, 9, 796-802.
- Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. (2013). *Manual de manipulación de gases refrigerantes*. Recuperado de <http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Manual-de-manipulacion-de-gases-refrigerantes-fenercom-2013.pdf>
- Galbiatti, M. (2006). *Revolución Industrial*. Recuperado de <http://www.andragogy.org/Cursos/Curso00194/Temario/pdf%20lectura%206/Consecuencias%20de%20la%20revolucion%20industrial.pdf>
- García, F., & Garritz, A. (2006). Desarrollo de una unidad didáctica: el estudio del enlace químico en el bachillerato. *Enseñanza de las ciencias* 24(1), 111-124.
- Gómez, R. (2000, Marzo). La capa de ozono: causa y efectos de su destrucción. *Meteorología Colombiana*. Recuperado de [http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/content/geociencias/revista\\_meteorologia\\_colombiana/numero01/01\\_06.pdf](http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/content/geociencias/revista_meteorologia_colombiana/numero01/01_06.pdf)
- Gómez, S., Hernández, D., & Ríos, A. (2013) El reconocimiento de los certificados de emisiones reducidas (SER) como un activo intangible. *Revista Activos*, 18(1), 149-161. Recuperado de [http://contaduria.usta.edu.co/images/stories/dependencia/pregrado/documentos/R18\\_Articulo\\_7.pdf](http://contaduria.usta.edu.co/images/stories/dependencia/pregrado/documentos/R18_Articulo_7.pdf)

Gonzales, M. (2014). *Enseñanza-aprendizaje del concepto de herencia en estudiantes de básica secundaria rural*. Universidad Nacional, Manizales, Colombia.

Green Facts: Facts on Health and the Environment. (2007). *Cambio Climático Actualización*. Recuperado de <http://www.greenfacts.org/es/cambio-climatico-ie4/l-2/1-causas-naturales-humanas.htm#0>

Green Facts: Facts on Health and the Environment. (2007). *Forzamiento radiativo*. Recuperado de <http://www.greenfacts.org/es/glosario/def/forzamiento-radiativo.htm>

Grupo radar de investigación de mercadeo y opinión. (2015). *Grupo Radar*. Recuperado de [http://www.gruporadar.com.uy/01/?page\\_id=94](http://www.gruporadar.com.uy/01/?page_id=94)

Hartwell, R. (2010). *La revolución industrial en Inglaterra y sus consecuencias para los pobres*. Recuperado de [http://www.eseade.edu.ar/files/Libertas/40\\_3\\_Hartwell.pdf](http://www.eseade.edu.ar/files/Libertas/40_3_Hartwell.pdf)

Herrera, A. (2014). *Diseño de una unidad didáctica para la enseñanza y aprendizaje del concepto de mol y número de Avogadro utilizando herramientas virtuales*. Universidad Nacional, Manizales, Colombia.

Hueso, A., & Cascant, M. (2012). *Cuadernos docentes en procesos de desarrollo N.º 1*. Recuperado de [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/17004/Metodolog%25C3%25ADa%2520y%2520t%25C3%25A9cnicas%2520cuantitativas%2520de%2520investigaci%25C3%25B3n\\_6060.pdf?sequence=3](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/17004/Metodolog%25C3%25ADa%2520y%2520t%25C3%25A9cnicas%2520cuantitativas%2520de%2520investigaci%25C3%25B3n_6060.pdf?sequence=3)

Krapovickas, A. (2010). *La domesticación y el origen de la agricultura*. *Bonplandia*. Recuperado de [http://ibone.unne.edu.ar/objetos/uploads/documentos/bonplandia/public/19\\_2/193\\_199.pdf](http://ibone.unne.edu.ar/objetos/uploads/documentos/bonplandia/public/19_2/193_199.pdf)

- Lines, A (1998). Contribución al concepto de clima. *Territoris*. Recuperado de <file:///D:/Downloads/116751-147693-1-PB.pdf>
- Malvat, F. (2010). *Características del Paleolítico y Neolítico*. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/98202153/Caracteristicas-Del-Paleolitico-y-Neolitico#scribd>
- Mark, J. (2015). *Historia de la zootecnia o cría de animales*. Recuperado de <http://mascotas365.com/historia-de-la-zootecnia-o-cria-de-animales/>
- Marulanda, C. (2009). *Metodología para la obtención de certificados de reducción de emisiones por medio del mecanismo de desarrollo limpio aplicado en bosques*. Universidad de la Salle, Bogotá D.C., Colombia.
- Merchán, S. (2010). Antecedentes históricos de la contaminación ambiental. En problemas ambientales globales y nacionales (Ed.) *Contaminación ambiental en Colombia I* (pp. 19-31). Bogotá D. C. Movimiento Político MIRA.
- Mora, A. (2014). *Obstáculos epistemológicos que afectan el proceso de construcción de conceptos del área de ciencias en niños de edad escolar*. Recuperado de <http://www.cientec.or.cr/exploraciones/ponenciaspdf/ArabelaMora2.pdf>
- Nava, M., Arrieta, X., & Flores, M. (2008). Ideas previas sobre carga, fuerza y campo eléctrico en estudiantes universitarios. Consideraciones para su superación. *Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*. 10 (2), 308-323.
- Newtonberg. (2006). *¿Por qué existe agujero en la Antártica si los contaminantes no se producen allí?*. Recuperado de <http://www.sinia.cl/1292/fo-article-34564.pdf>

- Organización Meteorológica Mundial: Organismo especializado de las Naciones Unidas. (2013). *La concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera alcanza un nuevo récord* (980). Recuperado de [https://www.wmo.int/pages/mediacentre/press\\_releases/documents/980\\_es.pdf](https://www.wmo.int/pages/mediacentre/press_releases/documents/980_es.pdf)
- Palarea, M., & Socas, M. (1994). Algunos obstáculos cognitivos en el aprendizaje del lenguaje algebraico. *I Seminario nacional sobre lenguaje y matemáticas*. 16, 91-98.
- Pérez, J., & Vallejo, M. (2010). Cambio climático. En problemas ambientales globales y nacionales (Ed.) *Contaminación ambiental en Colombia I* (pp. 111-145). Bogotá D. C.
- Plazas, J. (2012). *Los refrigerantes y el medio ambiente*. Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, España.
- Porta, S. (2007). Las ideas previas y las situaciones de enseñanza. *Quehacer Educativo*, 146-149.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. PNUD Colombia. (2010). *El cambio climático en Colombia y en el sistema de las Naciones Unidas. Revisión de riesgos y oportunidades asociados al cambio climático*. Recuperado de [http://www.pnud.org.co/img\\_upload/61626461626434343535373737353535/Brochure%20resumen%20Proyecto.pdf](http://www.pnud.org.co/img_upload/61626461626434343535373737353535/Brochure%20resumen%20Proyecto.pdf)
- Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA. (2003). *La capa de ozono y las SAO*. Recuperado de <http://www.pnuma.org/ozono/curso/pdf/m1.pdf>
- Rayas, J. (Septiembre de 2012). *El reconocimiento de las ideas previas como condición necesaria para mejorar las posibilidades de los alumnos en los procesos educativos en ciencias naturales*. Recuperado de (<http://www.unidad094.upn.mx/revista/54/02.html>)

- Rivera, L. (2013). *Enseñanza aprendizaje del concepto de ser vivo en estudiantes de básica primaria*. Universidad Nacional, Manizales, Colombia.
- Ruiz, F. (2006). Ideas de ciencia y su incidencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*2(1), 119-130.
- Santos, M. (2001). *La escuela que aprende*. Recuperado de <http://www.terras.edu.ar/cursos/141/biblio/141Obstaculos-que-bloquean-el-aprendizaje-de-la-escuela.pdf>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Tlalpan, México D. F. (2009). *Cambio Climático. Ciencia, evidencia y acciones*. Recuperado de [http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/05\\_serie/cambio\\_climatico.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/05_serie/cambio_climatico.pdf)
- Stavro, X. (2007, Junio). Implementación del Protocolo de Montreal en Colombia. *Producción + Limpia*. Recuperado de [http://www.lasallista.edu.co/fxcu/media/pdf/RevistaLimpia/vol2n1/PL\\_V2\\_N1\\_p09\\_1-105\\_protocolo\\_montreal.pdf](http://www.lasallista.edu.co/fxcu/media/pdf/RevistaLimpia/vol2n1/PL_V2_N1_p09_1-105_protocolo_montreal.pdf)
- Tamayo, O. (2002). De las concepciones alternativas al cambio conceptual en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Universidad Autónoma de Manizales*, 1-10.
- Tamayo, O. (2009). La metacognición en los modelos para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Universidad Autónoma de Manizales*, 1-26.
- Villareal, Z., Garcia, D., & Colunga, P. (2008, diciembre). El origen de la agricultura, la domesticación de plantas y el establecimiento de corredores biológico-culturales en Mesoamérica. *Revista de Geografía Agrícola*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/757/75711472007.pdf>