

Pontificia Universidad Católica de Chile



ECM451Q-1 Seminario de Investigación Aplicada a la  
Enseñanza/Aprendizaje de la Química

Requisito curricular para optar al título de Profesor de Química y al grado  
académico de Licenciado en Educación

---

# Explicaciones escolares respecto a los efectos del dióxido de azufre emitidos por los volcanes en el ecosistema

---

Autoras:

Isidora Carreño Jorquera

Macarena Toro Vásquez

Profesores Guía:

Dra. Lorena Barrientos

Dr. Mario Quintanilla

Santiago de Chile, diciembre de 2022



Pontificia Universidad Católica de Chile

Facultad de Educación

Autoras: Isidora Carreño y Macarena Toro

Profesores Guías: Lorena Barrientos y Mario Quintanilla

*“Enseñar no es transferir conocimiento, sino crear las posibilidades para su producción o su construcción. Quien enseña aprende al enseñar y quien enseña aprende a aprender” - Paulo Freire*



## Índice preliminar

1. Reflexión inicial.....	6
2. Resumen.....	7
3. Abstract.....	8
4. Introducción.....	9
5. Problemática y antecedentes.....	10
6. Marco teórico.....	12
6.1 Químico.....	12
6.1.1 Contaminación y cambio climático.....	12
6.1.2 El clima y el tiempo atmosférico.....	16
6.1.3 El efecto invernadero.....	17
6.1.4 Gases de efecto invernadero.....	18
6.1.5 Contaminación atmosférica.....	18
6.1.6 Sustancias químicas.....	19
6.1.7 Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ).....	20
6.2 Didáctico.....	21
6.2.1 Lenguaje.....	21
6.2.2 Dificultades de aprendizaje.....	21
6.2.3 Contextos o problemáticas socio-científicas.....	22
6.2.4 Explicaciones científicas escolares.....	23



7. Objetivos de la propuesta.....	25
7.1 Objetivos generales.....	25
7.2 Objetivos específicos.....	25
8. Contexto educacional de la propuesta.....	28
9. Orientaciones metodológicas y decisiones de diseño didáctico.....	30
10. Unidad didáctica.....	31
11. Instrumentos diseñados y aplicados.....	36
11.1 Instrumento KPSI.....	36
11.2 V de Gowin.....	37
11.3 Hoja de explicaciones a la problemática.....	39
12. Resultados y análisis de la evidencia.....	39
12.1 Consideraciones previas.....	39
12.2 Comentarios de los gráficos.....	41
12.3 Identificación y caracterización de las explicaciones científicas.....	42
12.4 Tabulación y análisis de las explicaciones.....	44
12.5 V de Gowin.....	49
12.6 Análisis del texto.....	50
12.7 Explicaciones finales.....	51
12.8 Comparación entre las explicaciones iniciales y finales.....	52
13. Rediseño de la Unidad didáctica inicial.....	54



Pontificia Universidad Católica de Chile  
Facultad de Educación  
Autoras: Isidora Carreño y Macarena Toro  
Profesores Guías: Lorena Barrientos y Mario Quintanilla

14. Conclusiones.....	55
15. Proyección y evaluación del proceso.....	56
16. Bibliografía.....	57
17. Anexos.....	60
Anexo 1: Instrumento KPSI.....	60
Anexo 2: V de Gowin del equipo 2.....	62
Anexo 3: V de Gowin del equipo 3.....	62
Anexo 4: Pauta de evaluación avance proyecto científico.....	63
Anexo 5: Lista de cotejo feria científica.....	64
Anexo 6: Fotografías de la maqueta (feria científica).....	67
Anexo 7: Fotografía alumnas en la feria científica.....	67
Anexo 8: Autoevaluación y coevaluación del proceso vivido.....	68
Anexo 9: Explicaciones finales equipo 2.....	68
Anexo 10: Explicaciones finales equipo 3.....	69



Pontificia Universidad Católica de Chile

Facultad de Educación

Autoras: Isidora Carreño y Macarena Toro

Profesores Guías: Lorena Barrientos y Mario Quintanilla

## 1. Reflexión inicial

Los docentes están cansados, agotados de los malos salarios, de la desmotivación del estudiantado, de las pocas horas colaborativas y de la poca valoración de su trabajo. Es por esto que deciden no implementar actividades o metodologías más dinámicas, y se quedan con las clases tradicionales, academicistas y que siguen el modelo conductista. De esto habla Casabona, B. (2022), mencionando que “al abordar el tópico de la educación hay que reconocer que su modelo actual genera malestar y sufrimiento, tanto a docentes y estudiantes, por lo que el bienestar en el sistema educativo está en crisis. Esta situación es inadmisibile y debe cambiar”.

La problemática se encuentra en que este tipo de metodología conductista no permite un buen desarrollo de competencias científicas o habilidades más complejas como lo es la explicación científica. Por este motivo es que decidimos implementar la metodología heurística, aplicando una unidad didáctica que se centra en el desarrollo de un proyecto de investigación que responde a una problemática socio-científica. A partir de esto se podrá demostrar que este tipo de actividades facilitan el desarrollo de estas competencias y habilidades.

Por otro lado promover la explicación a través de problemáticas sociocientíficas no solo aporta en el aprendizaje de la química, sino que también permite que el estudiantado desarrolle una opinión con respecto a problemas que nos afectan a todos como sociedad. Esto es algo muy importante para nosotras ya que no solo estamos formando futuros profesionales, además estamos formando ciudadanos capaces de argumentar y discutir acerca de temas relevantes que los involucran a ellos y a sus cercanos en el día a día.



Pontificia Universidad Católica de Chile

Facultad de Educación

Autoras: Isidora Carreño y Macarena Toro

Profesores Guías: Lorena Barrientos y Mario Quintanilla

## 2. Resumen

Las explicaciones científicas escolares son una habilidad muy importante a desarrollar durante el colegio, y la contaminación ambiental es un tema que nos afecta a todos. El dióxido de azufre es un gas emitido por los volcanes en erupción que es muy perjudicial para la salud de los seres vivos, por lo que se trabajará con un tercero medio, de un colegio rural, la explicación a una problemática socio-científica para una feria científica. Los alumnos indagarán, construirán una maqueta, realizarán reacciones químicas y formarán conclusiones. Se trabajará con instrumentos de medición, como un KPSI y una V de Gowin. Las explicaciones iniciales fueron incompletas, ya que eran más que nada descripciones generales y superficiales, por lo que a través de la construcción de la V de Gowin y las retroalimentaciones que se les da (indicando diversas sugerencias para poder mejorar), se logra observar al final una mejora en las explicaciones, siendo estas más desarrolladas y profundas. La unidad didáctica cumple con su objetivo, pero se espera mejorar en la parte de experimentación para que los estudiantes puedan trabajar de una mejor manera el método científico.

*Palabras claves: Explicaciones científicas escolares, contaminación ambiental, dióxido de azufre, problemática socio-científica, feria científica.*



Pontificia Universidad Católica de Chile

Facultad de Educación

Autoras: Isidora Carreño y Macarena Toro

Profesores Guías: Lorena Barrientos y Mario Quintanilla

### 3. Abstract

School science explanations are a very important skill to develop during school, and environmental pollution is an issue that affects us all. Sulfur dioxide is a gas emitted by erupting volcanoes that is very harmful to the health of living beings, so we will work with third grade students from a rural school to explain a socio-scientific problem for a science fair. The students will investigate, build a model, carry out chemical reactions and draw conclusions. They will work with measuring instruments, such as a KPSI and a Gowin V. The initial explanations were incomplete, since they were mostly general and superficial descriptions, so that through the construction of Gowin's V and the feedback given to them (indicating various suggestions for improvement), an improvement in the explanations is observed at the end, being more developed and deeper. The didactic unit fulfills its objective, but it is expected to improve in the experimentation part so that the students can work in a better way with the scientific method.

*Key words: School science explanations, environmental pollution, sulfur dioxide, socio-scientific problem, science fair.*



Pontificia Universidad Católica de Chile

Facultad de Educación

Autoras: Isidora Carreño y Macarena Toro

Profesores Guías: Lorena Barrientos y Mario Quintanilla

#### **4. Introducción**

La contaminación del aire es uno de los problemas ambientales más importantes en la actualidad, los efectos de esta pueden ser irreversibles para la vida en el planeta. Además, la contaminación atmosférica es una mezcla de partículas sólidas y gases en el aire, por lo que su inhalación puede aumentar las posibilidades de tener problemas de salud.

Durante esta investigación nos centraremos en el dióxido de azufre, que es un gas incoloro que huele fuerte, es sofocante y picante, este gas proviene de muchas fuentes contaminantes, como las industrias, automóviles, pero también de las emisiones volcánicas, que es la fuente en la que nos vamos a enfocar.

Uno de nuestros principales objetivos es que los alumnos logren formular explicaciones con fundamentos científicos sobre los efectos nocivos de las emisiones del dióxido de azufre en el ecosistema. De la misma forma, las explicaciones científicas escolares son el foco principal de la unidad didáctica de este trabajo, pues es una de las competencias más importantes a desarrollar en ciencias, el poder explicar con bases las diversas situaciones que ocurren en nuestro entorno común, por esta misma razón, nosotros como docentes de química, les debemos entregar las herramientas necesarias que les permitan al estudiantado poder crear estas explicaciones científicas fundamentadas.

Se trabajó con los estudiantes de un colegio rural, quienes completaron los instrumentos propuestos, como el KPSI y la V de Gowin, y las respuestas entregadas sobre las explicaciones científicas fueron agrupadas y analizadas para poder llegar a los resultados obtenidos. Se buscaron las fortalezas y los puntos a mejorar de cada uno, a partir de esto, se rediseñó la unidad didáctica, la cual se centra en hacer cambios en la fase de experimentación, para que los alumnos puedan aprender sobre el método científico aplicándolo en una guía de trabajo, en donde podrán plantear hipótesis, objetivos, entre otros pasos.



Pontificia Universidad Católica de Chile

Facultad de Educación

Autoras: Isidora Carreño y Macarena Toro

Profesores Guías: Lorena Barrientos y Mario Quintanilla

## 5. Problemática y antecedentes que originan la propuesta

Como profesorado de química en formación sabemos que por lo general la asignatura de química no es la favorita de los estudiantes, esto ocurre por diferentes razones, algunos dicen que es muy compleja, otros dicen que les asusta porque es peligrosa, que no es relevante para la vida, etc. Es por esto mismo que como docentes se nos hace complicado poder enseñarla, romper ese ciclo vicioso de emociones y actitudes negativas hacia la química, y caemos en la educación tradicional de tipo academicista, con evaluaciones estandarizadas que siempre conllevan una calificación y que priorizan la memorización, y hay un escaso o casi nulo desarrollo de competencias de pensamiento científico y/o habilidades científicas (Iturra, M. y Mallea, J., 2021).

Enseñar ciencias no tiene como objetivo simplemente transmitir conocimientos o nociones de la química, sino más bien es desarrollar las habilidades del estudiantado y darle las herramientas necesarias para poder explicar, demostrar y/o argumentar preguntas que se hacen ellos mismos acerca de los que ocurre en nuestro entorno (Pherson, M. y Hernández, P., s/f)

Es por esto que en esta propuesta de intervención, que surge de nuestra práctica profesional, esperamos promover y desarrollar la explicación de fenómenos relacionados a las sustancias químicas a través de un contexto socio-científico. Para esto formulamos la siguiente pregunta que orienta nuestra investigación: ***¿Cómo explica el estudiantado de secundaria que aprende química de manera regular, los efectos del dióxido de azufre en el ecosistema?***



Esto se desarrolló sobre la base de una unidad didáctica debidamente planificada e implementada sobre temáticas de contaminación y sustentabilidad en un curso electivo de tercero medio, en el contexto de una feria científica. Para esto se implementará una actividad debidamente planificada que tiene por finalidad explicar con base en fundamentos científicos las problemáticas socio-científicas investigadas a través de un proyecto científico.

Por consiguiente, durante este seminario se trabajará con la unidad didáctica 4 “Química para la sustentabilidad”, y los objetivos de aprendizaje correspondientes a esta son:

Objetivos de aprendizaje	
OA 4	Explicar efectos del cambio climático sobre los ciclos biogeoquímicos y los equilibrios químicos que ocurren en los océanos, la atmósfera, las aguas dulces y los suelos, así como sus consecuencias sobre el bienestar de las personas y el y equilibrios desarrollo sustentable
OA 6	Evaluar la contribución de la química y sus aplicaciones tecnológicas en el entendimiento, la prevención y mitigación de efectos derivados del cambio climático y la restauración de los sistemas naturales afectados.

Tabla N°1: Objetivos de aprendizaje de la unidad didáctica 4 (Mineduc, 2020)



## 6. Marco teórico preliminar

### 6.1 Químico

#### 6.1.1 Contaminación y cambio climático

¿Qué es el cambio climático? El cambio climático hace referencia a los cambios a largo plazo de las temperaturas y los patrones climáticos. Estos cambios pueden ser naturales, pero desde el siglo XIX, las actividades humanas han sido el principal motor del cambio climático (Mineduc, 2017).

¿Cuáles son las causas del cambio climático?

Antropógenas:

- Quema de combustibles fósiles: La energía, en la mayoría de los países, es generada a través de la quema de combustibles fósiles. Durante la combustión, el carbono y el hidrógeno de los combustibles fósiles se convierten en dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y en agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ), que liberan la energía química del combustible en forma de calor. En general, se utiliza el calor directamente para producir energía mecánica, muchas veces para generar electricidad o para el transporte. Algunos de los procesos que generan gases de efecto invernadero son:
  - La exploración y explotación de las fuentes primarias de energía.
  - La conversión de las fuentes primarias de energía a fuentes secundarias en refinerías y centrales eléctricas.
  - La producción, transporte y distribución de combustibles.
  - El uso de combustibles en fuentes estacionarias y móviles.
- Agricultura: El desarrollo de una agricultura especializada e intensiva en el uso de recursos derivados del petróleo, fertilizantes y plaguicidas químicos, así como la



Pontificia Universidad Católica de Chile

Facultad de Educación

Autoras: Isidora Carreño y Macarena Toro

Profesores Guías: Lorena Barrientos y Mario Quintanilla

quemado de biomasa, han contribuido a la mayor concentración de óxido nitroso ( $N_2O$ ). Existen emisiones de metano ( $CH_4$ ) y  $N_2O$ , asociadas tanto a las actividades pecuarias como al cultivo del arroz, al aporte antrópico de nitrógeno a los suelos y a la quema in situ de residuos de cultivos.

- Cambio de uso de la tierra y silvicultura: Los cambios del uso y la gestión de la tierra generan emisiones y absorciones de  $CO_2$  que se producen como resultado de:
  - Cambios en las existencias de bosques y de otras formaciones vegetacionales de tipo perenne (arbustos pequeños).
  - Conversión de bosques y pastizales: La conversión de bosques y pastizales en tierras de pastura, de cultivo o para otros usos de gestión de la tierra pueden reducir significativamente las reservas de carbono de la biomasa y de los suelos. La deforestación es un ejemplo de este tipo de conversión, por cuanto libera el carbono retenido por la vegetación y reduce su efecto de absorción de dióxido de carbono, forzando así al calentamiento global.
  - Abandono de tierras gestionadas (tierras de cultivo, praderas, bosques de plantación u otras tierras gestionadas): A menudo, las tierras abandonadas acumulan carbono en la biomasa y en los suelos con el correr del tiempo, en particular si las condiciones se aproximan a las que se encuentran en los pastizales y los bosques naturales.
  - Emisiones y absorciones de  $CO_2$  de los suelos: Los cambios en la gestión de los suelos pueden alterar las emisiones y las absorciones de  $CO_2$ , particularmente a través de la adopción de prácticas de conservación o mediante el incremento de la producción de cultivos y forraje.
- Procesos industriales: Los procesos industriales que transforman materias primas por medios químicos o físicos pueden generar emisiones de GEI. Los procesos que tienen mayores impactos son aquellos vinculados a la producción de cemento, de ácido nítrico, de hierro y acero, de cal y de metanol. Además, con frecuencia se utilizan GEI en productos tales como refrigeradores, espumas o latas de aerosol.



Pontificia Universidad Católica de Chile

Facultad de Educación

Autoras: Isidora Carreño y Macarena Toro

Profesores Guías: Lorena Barrientos y Mario Quintanilla

Durante los procesos mencionados puede producirse una gran variedad de GEI, incluidos el CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), trifloruro de nitrógeno (NF<sub>3</sub>) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).

- Residuos: Los residuos generan emisiones de GEI producto de su descomposición en sitios de disposición final, ya sea por el tratamiento biológico de residuos (compostaje y digestión anaeróbica), por procesos de combustión a través de la incineración y quema abierta de residuos, y por el tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales

Naturales:

- Cambios orbitales de la Tierra respecto del sol: Las propiedades de la órbita terrestre y la oblicuidad de su eje cambian cíclicamente en el largo plazo (en la escala de decenas de miles de años), cambiando el contraste estacional de insolación en la tierra.
  - Ciclos de Precesión: causados por cambios en la dirección del eje de rotación de la tierra que ocurre en un periodo de aproximadamente 20.000 años. Esto afecta el contraste estacional entre invierno y verano en cada hemisferio.
  - Ciclos de Oblicuidad: Duran aprox. 40.000 años y corresponden a cambios en la inclinación entre el eje de rotación y el plano de la órbita, el que varía entre 220 y 24,50. A más grande oblicuidad, mayor es el contraste estacional entre invierno y verano en cualquier ubicación.
  - Ciclos de excentricidad: Es el ciclo orbital más largo de aprox. 100.000 años, describe cambios en el grado de la excentricidad de la órbita, los cuales varían entre valores de 0 a 0.06.
- Variación en la radiación solar: La irradiación del sol varía en un rango amplio de escalas de tiempo. La variabilidad más notable es el ciclo de 11 años de las manchas solares que en su peak de variabilidad afecta entre 0.1% y 0.2% la irradiación del sol. Estas variaciones a largo plazo indudablemente tienen un impacto en el clima, pero



Pontificia Universidad Católica de Chile

Facultad de Educación

Autoras: Isidora Carreño y Macarena Toro

Profesores Guías: Lorena Barrientos y Mario Quintanilla

la magnitud de las respuestas climáticas parecen ser mayores que la magnitud de los cambios de irradiación.

- Erupciones volcánicas: Las erupciones volcánicas introducen aerosoles sulfatados en la estratósfera donde se mantienen por un intervalo de tiempo. Estos aumentan la temperatura en la estratósfera y la reducen en la troposfera. Cuando gases sulfatados son inyectados en la estratósfera se forman pequeñas partículas, las que dadas ciertas reacciones fotoquímicas forman gotas de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) que se condensan para formar partículas sulfatadas que reflejan o dispersan la luz. Bajo estas condiciones, los aerosoles volcánicos pueden reflejar una mayor cantidad de la luz solar que ingresa a la atmósfera, disminuyendo la proporción que recibe la superficie terrestre, lo que gatilla un enfriamiento a nivel global.
- Efecto del océano en el clima: Los océanos afectan significativamente las condiciones meteorológicas de la Tierra, ya que moderan el rango de temperatura estacional por medio de ganancia y pérdidas de calor, las que se producen de forma mucho más lenta que en la tierra. Las corrientes oceánicas y la tasa de absorción del calor por los océanos dependen de los vientos y del intercambio de calor y agua dulce (a través de la precipitación y la evaporación) entre el océano y la atmósfera.

Desde principios del siglo XX, los científicos han venido observando un cambio en el clima que no puede atribuirse únicamente a alguna de las influencias “naturales” del pasado. Este cambio en el clima, también denominado calentamiento global, ha ocurrido más rápido que cualquier otro cambio climático del que se haya tenido constancia.

La causa principal del calentamiento global es el aumento de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera que se ha producido desde la Revolución Industrial, a finales del siglo XVIII. Como consecuencia del aumento de los gases que absorben y emiten radiación térmica, se retiene más calor en la atmósfera y, por consiguiente, aumenta la temperatura media global de la superficie.



Pontificia Universidad Católica de Chile

Facultad de Educación

Autoras: Isidora Carreño y Macarena Toro

Profesores Guías: Lorena Barrientos y Mario Quintanilla

El aumento de la temperatura también tiene otras repercusiones sobre el sistema climático. El conjunto de estas repercusiones se denomina cambio climático antropogénico (provocado por la acción del hombre).

### **6.1.2 El clima y el tiempo atmosférico**

Por tiempo atmosférico se entiende el estado de la atmósfera en un determinado día, semana o mes. Se caracteriza por la humedad, la temperatura, la presión, las precipitaciones, la nubosidad en un determinado lugar y momento. En cambio, el clima es el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en una región del planeta, como temperaturas medias, precipitaciones medias, vientos dominantes, etc. El tiempo meteorológico caracteriza la atmósfera en un momento acotado, mientras que el clima refleja las tendencias resultantes de condiciones habituales durante un largo período (Mineduc, 2017).

El sistema climático: El sistema climático consta de cinco componentes principales que interactúan entre sí, determinando el estado y la dinámica del clima terrestre:

- La atmósfera: corresponde a la capa gaseosa que envuelve a la Tierra.
- La hidrósfera: compuesta por los cuerpos de agua dulce y salada en estado líquido.
- La criosfera: compuesta por las aguas en estado sólido como hielo y nieve.
- La litósfera: que corresponde al suelo.
- La biósfera: que considera al conjunto de seres vivos que habitan la tierra.

El sistema climático cambia en el tiempo bajo la influencia de su propia dinámica interna y por efecto de forzamientos externos, tales como:

- Los cambios orbitales de la tierra respecto del sol, la inclinación del eje y la precesión de los equinoccios.
- Las variaciones en la radiación solar.



Pontificia Universidad Católica de Chile

Facultad de Educación

Autoras: Isidora Carreño y Macarena Toro

Profesores Guías: Lorena Barrientos y Mario Quintanilla

- Las erupciones volcánicas.
- Los forzamientos antropógenos, como el cambio inducido en la composición de la atmósfera o por los cambios en el uso de los suelos.

### 6.1.3 El efecto invernadero

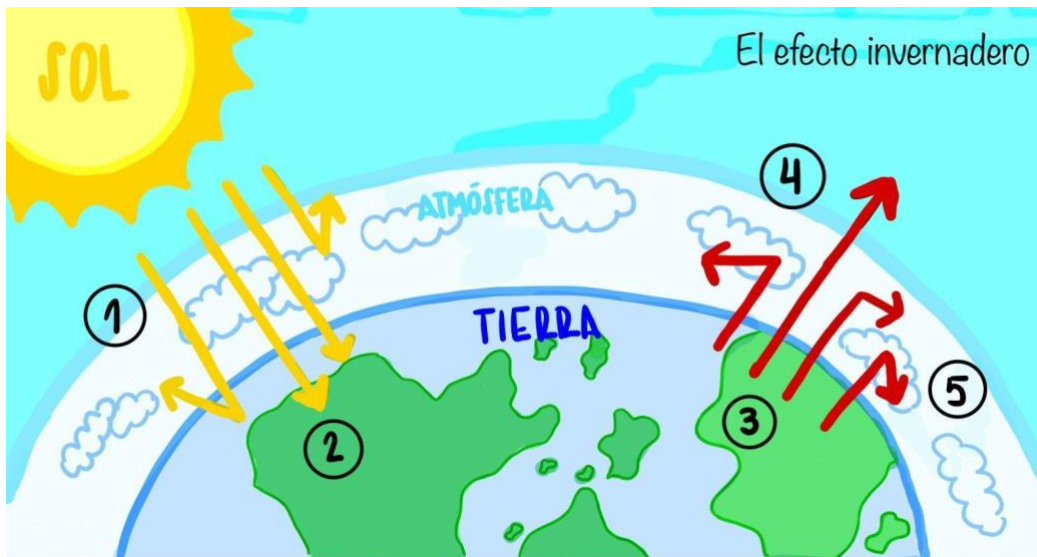


Imagen 1: Efecto invernadero (Rezagos, 2021)

- 1) Parte de la radiación solar es reflejada por la tierra y la atmósfera.
- 2) Casi la mitad de la radiación solar es absorbida por la superficie terrestre y la calienta.
- 3) La radiación de onda larga es emitida por la superficie terrestre.
- 4) Parte de la radiación de onda larga atraviesa la atmósfera, pero la mayor parte es absorbida por los gases de efecto invernadero y las nubes, luego es re-emitida a todas direcciones.
- 5) Este efecto calienta la tierra y la atmósfera inferior.



#### **6.1.4 Gases de efecto invernadero**

La capacidad de la atmósfera para absorber y devolver la radiación térmica emitida por la superficie terrestre se debe a que está compuesta por una serie de gases de efecto invernadero (GEI) que atrapan la energía irradiada por la Tierra, calentando la superficie del planeta. Los GEI han estado presentes de forma natural en la atmósfera durante millones de años. Algunos de ellos son: vapor de agua, dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), ozono ( $\text{O}_3$ ). Por otra parte, existen otros GEI antropógenos, presentes en los productos químicos industriales, como clorofluorocarbonos (CFC), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ) (Mineduc, 2017).

#### **6.1.5 Contaminación atmosférica**

¿Qué es la contaminación atmosférica? Esta consiste en la presencia de materias o formas de energía en el aire que pueden suponer un riesgo, daño o molestia de diferente gravedad para los seres vivos. Entre las consecuencias directas de la contaminación atmosférica, se podría destacar el desarrollo de enfermedades y afecciones en los seres humanos y la biodiversidad, así como la pérdida de visibilidad en zonas de grandes concentraciones o la aparición de olores desagradables (Fundación Aquae, 2021).

Dentro de las causas de la contaminación atmosférica se encuentran las erupciones volcánicas, tormentas de polvo, humo y gases de incendios naturales, polen y esporas de plantas, uso de combustibles fósiles, las extracciones mineras, el uso excesivo de pesticidas y la deforestación; siendo las primeras cuatro mencionadas causas naturales y las últimas cuatro causas antropogénicas (Morian, L., 2018).



### 6.1.6 Sustancias Químicas

Las sustancias son sistemas homogéneos formados por un único componente. Estas se forman cuando los átomos del mismo o de diferentes elementos se unen para formar moléculas. Las sustancias se representan utilizando fórmulas químicas, que son combinaciones de símbolos de los elementos químicos de la tabla periódica de cada uno de los átomos que se encuentran en ella. Además, se usan subíndices, que son números pequeños escritos a la derecha y abajo de cada elemento, los cuales indican la cantidad de átomos de cada tipo que forman la molécula. (Ministerio de Educación, 2007)

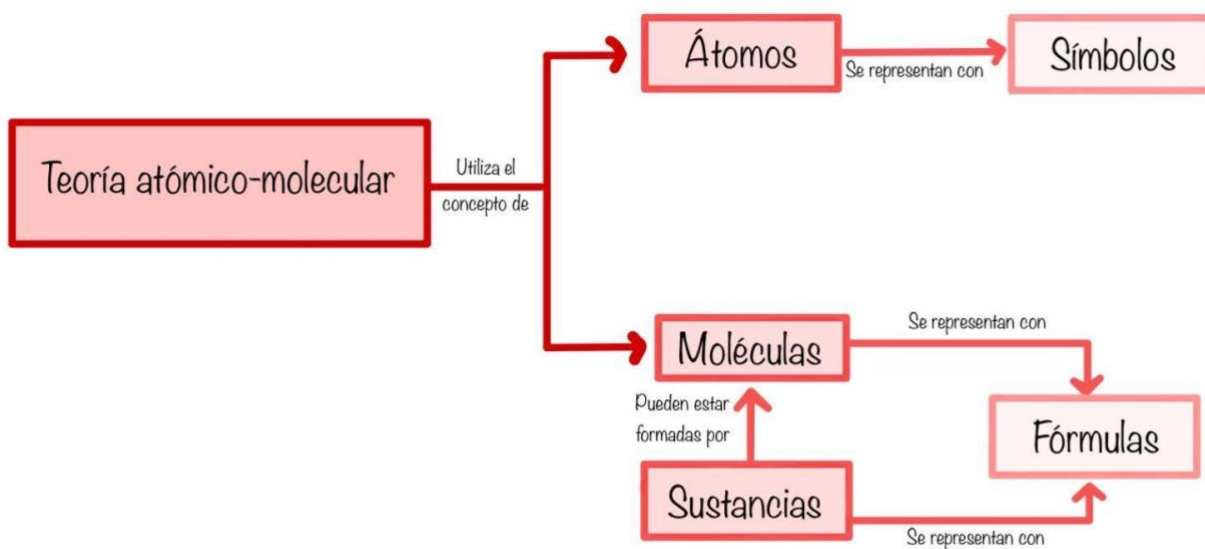


Imagen 2: Esquema resumen para comprender el término de sustancia. (Ministerio de Educación, 2007)



Pontificia Universidad Católica de Chile

Facultad de Educación

Autoras: Isidora Carreño y Macarena Toro

Profesores Guías: Lorena Barrientos y Mario Quintanilla

### 6.1.7 Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

El dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) es un gas compuesto por un átomo de azufre y 2 átomos de oxígeno, este se produce a partir de reacciones de combustión (principalmente de productos petrolíferos) o por vulcanismo. Al estar en contacto con la atmósfera ésta sustancia se oxida produciendo sulfatos y en presencia de humedad forma sustancias ácidas como el ácido sulfúrico, la exposición a cualquiera de estos productos produce un gran daño a la salud de las personas y a la flora y fauna (Instituto para la Salud Geoambiental, s.f.)

Esta sustancia es un contaminante del aire, incoloro, reactivo y que tiene fuerte olor. Este gas puede ser una amenaza para la salud humana, animal y la vida vegetal. Las principales fuentes de emisiones, como ya se mencionó, vienen de la combustión de combustibles fósiles y la actividad volcánica. (Torres, 2022) En una erupción volcánica se puede llegar a generar de 8.000 a 10.500 toneladas de Dióxido de Azufre al día, este gas se encuentra en el magma y se libera con la erupción y el principal problema de este es que afecta directamente en la calidad del aire. (González, 2021) Además, puede irritar la piel y las membranas mucosas de los ojos, la nariz, la garganta y los pulmones, puede causar inflamación e irritación del sistema respiratorio. Los síntomas resultantes pueden incluir dolor al respirar profundamente, tos, irritación de garganta y dificultades respiratorias. (Torres, 2022)

En Chile las normas de calidad primaria para el dióxido de azufre se estipulan en el Artículo 3, el cual establece que la concentración anual será de 60 µg/m<sup>3</sup> N, equivalente a 23 ppbv<sup>3</sup>, en el Artículo 4, determina que la concentración de 24 horas será de 150 µg/m<sup>3</sup> N, equivalente a 57 ppbv, etc. (Torres, 2022)



Pontificia Universidad Católica de Chile

Facultad de Educación

Autoras: Isidora Carreño y Macarena Toro

Profesores Guías: Lorena Barrientos y Mario Quintanilla

Además de los problemas que causa en el aire y en la salud de los seres vivos, el Dióxido de Azufre puede producir lluvia ácida, que es muy dañina para la vegetación. Uno de los factores más determinantes para que esta se genere es el viento, si es muy intenso o si sopla hacia el mar, no habrá un efecto nocivo, pero si es lo contrario puede generar muchos daños en el ecosistema. (González, 2021)

Estas son algunas de las razones por las que se considera que hay que crear una conciencia sobre este nocivo gas y sus efectos que pueden causar en la salud de los seres vivos y en el medio ambiente, ya que la contaminación es uno de las grandes problemáticas que hay a nivel mundial y que se busca poder mejorar con el paso del tiempo.

## **6.2 Didáctico**

### **6.2.1 Lenguaje**

El lenguaje que se utiliza en química y en las ciencias en general es muy diferente al lenguaje utilizado por nuestros estudiantes normalmente en su vida cotidiana o en otras asignaturas. En el caso del aprendizaje de la noción de sustancia, ocurre que hay muchos conceptos parecidos o que se relacionan entre sí que produce una gran confusión en el estudiantado, como lo son *átomo*, *molécula*, *compuesto*, *sustancia*, *mezcla*, *disolución*, entre otros. Por esto, es de suma importancia que cómo futuros docentes de química “no solo seamos gestores, sino también guías hacia mundos mentales que son nuevos para los estudiantes” (Sutton, 2003, p.21).

### **6.2.2 Dificultades de aprendizaje del estudiantado en relación a la noción de sustancia**

El proceso de enseñanza-aprendizaje de la noción de sustancia química siempre ha sido un desafío complejo, tanto para el profesorado de química como para el estudiantado, por lo que para desarrollar una propuesta para la enseñanza de este concepto es necesario revisar las dificultades que pueden presentar los y las alumnos/as durante el proceso.



En primer lugar se encuentra la definición del concepto de sustancia, ya que a pesar de que la definición operacional de esta noción es fundamental para la comprensión de otros conceptos derivados, como compuesto o cambio químico, muchos alumnos no llegan a comprender su significado, confundiéndose con otros conceptos más generales como material o producto (Furió-Mas y Domínguez-Sales, 2007).

Por otro lado, Furió-Mas y Domínguez-Sales (2007) nos indican que “cuando pasamos al mundo microscópico la idea de átomo es manejada muy superficialmente por los estudiantes, no le conceden importancia y no la utilizan en sus interpretaciones de los fenómenos químicos” (p.246). Esto puede incidir a que el estudiantado tenga una confusión en el significado del concepto de sustancia, considerando que esta es una mezcla aleatoria de átomos.

### **6.2.3 Contextos o problemáticas socio-científicas**

En esta propuesta se busca que el estudiantado pueda explicar científicamente mediante un contexto o problemática socio-científica, la cuál está orientada a los efectos nocivos de las emisiones de dióxido de azufre en el ecosistema.

“Asumimos como problemas o cuestiones socio-científicas aquellas disyuntivas sociales que surgen y que están relacionadas con la ciencia, debido a la compleja relación que existe entre ciencia y sociedad” (Moreno, N. y Jiménez, M., 2012). Son estas disyuntivas las que permiten que el estudiantado desarrolle el pensamiento científico, a la misma vez que toman conciencia de problemáticas que les afectan, logrando que se involucren como ciudadanos y analicen estos problemas desde la ciencia, además de apreciar la naturaleza de esta, trabajar la explicación e implicar aspectos morales y afectivos en el aprendizaje de la química (España, E. y Prieto, T., 2010).



Pontificia Universidad Católica de Chile

Facultad de Educación

Autoras: Isidora Carreño y Macarena Toro

Profesores Guías: Lorena Barrientos y Mario Quintanilla

“Sadler, Chambers y Zeidler, (2004) aprovecharon el contexto de un problema socio-científico de carácter ambiental, relacionado con el calentamiento global, para indagar sobre la interpretación y evaluación de las pruebas por parte de los estudiantes, llegando a la conclusión de que estaban influidas por una variedad de factores relacionados con la naturaleza de la ciencia, como la interpretación de datos y las interacciones sociales, incluyendo las creencias personales y el conocimiento científico de los propios individuos” (España, E. y Prieto T., 2010).

#### **6.2.4 Explicaciones científicas escolares**

Una de las competencias más importantes a desarrollar en las ciencias es la explicación de sucesos y situaciones de nuestro entorno, por esto es que los docentes de química le deben entregar al estudiantado las herramientas necesarias que le permitan crear estas explicaciones (Barrera y Jiménez, 2013).

Pero primero ¿qué es una explicación científica?, estas son “proposiciones que se generan por una pregunta que exige una explicación y presentadas como reformulaciones de experiencias que son aceptadas por un oyente” (Maturana, 1997 citado en Barrera y Jiménez 2013). Además se dice que “toda explicación científica nos brinda un mecanismo para comprender los fenómenos de la naturaleza. Contiene la información necesaria y suficiente sobre los elementos de la realidad involucrados en esa situación particular.” (12) Es decir, las explicaciones científicas nos ayudan a dilucidar los fenómenos naturales que pueden suceder en el día a día y poder entender el por qué o el cómo pasa cada cosa.

Para poder generar estas proposiciones Maturana (1999), citado en Barrera y Jiménez (2013), define cuatro condiciones: primero se debe describir los fenómenos de forma aceptable para la comunidad de observadores; segundo se debe proponer un sistema



Pontificia Universidad Católica de Chile

Facultad de Educación

Autoras: Isidora Carreño y Macarena Toro

Profesores Guías: Lorena Barrientos y Mario Quintanilla

conceptual capaz de generar el fenómeno; en tercer lugar se debe deducir, a partir del segundo punto, otros fenómenos que no han sido considerados; y por último, en el cuarto punto, se deben observar estos últimos fenómenos. Barrera y Jiménez (2013) mencionan además que la explicación científica no implica solo el desarrollo de habilidades como la identificación, la descripción, la interpretación o la aplicación de fenómenos naturales, sino que también el estudiantado debe poder predecir o anticipar hechos. Para esto el autor menciona que los/las alumnos/as deben tener cierto manejo de las teorías científicas que están asociadas al fenómeno, y a la vez deben tener un modelo mental para poder aplicar estas teorías y así finalmente poder generar la explicación.

Ahora se nos genera una segunda interrogante: ¿Qué es una teoría científica? Concarí (2001), citado en Barrera y Jiménez (2013), las define como enunciados que tienen fines explicativos, a diferencia de un modelo el cual es la estructura supuesta que se construye mentalmente para poder comprender la teoría y son estos los que ayudan al estudiante a entender el fenómeno que se quiere explicar y va a depender de cada persona el cómo se forma.

Entonces de forma general podemos decir que “la explicación científica es un conocimiento aplicado de las teorías referentes a un fenómeno natural, en el cual se identifica, describe y analiza dicho fenómeno, a través de la creación de un modelo, visual o no, de este, el cual permite relacionar las teorías con el suceso en estudio y junto con esto, es posible predecir cambios en dicho fenómeno, basándose en los factores ya descritos” (Barrera y Jiménez, 2013).

Ahora bien la definición de explicación científica y la clasificación en la que nos vamos a enfocar en este trabajo es la Gilbert *et al.* (2000), citado en Iturra, M y Mallea, J. (2021), el cual afirma que esta es “la aplicación de una ley (entendida como generalización



Pontificia Universidad Católica de Chile

Facultad de Educación

Autoras: Isidora Carreño y Macarena Toro

Profesores Guías: Lorena Barrientos y Mario Quintanilla

universal) bajo condiciones establecidas que predice, ya sea de manera determinista o probabilística, el comportamiento de un fenómeno bajo observación” (p. 83)

Tipos de explicaciones según Gilbert, Boulter y Rutherford (2000), citado en Iturra, M. y Mallea, J. (2021):

**Descriptiva:** Responde a la pregunta ¿Cuáles son las propiedades de este fenómeno? Es un resumen o una descripción superficial del fenómeno observado, y se enfoca principalmente en las características macroscópicas, en lo que se puede percibir directamente con los sentidos y en aspectos cotidianos.

**Predictiva:** Responde a la pregunta ¿Cómo se comportará el fenómeno en otras condiciones? La explicación se realiza a partir de una predicción que intenta prever el comportamiento del fenómeno si cambian las condiciones.

**Causal:** Responde a la pregunta ¿Por qué el fenómeno se comporta como lo hace? Generando un vínculo de causa y efecto entre el fenómeno sucediendo y las propiedades de las entidades involucradas.

## 7. Objetivos de la propuesta

### 7.1 Objetivos generales

7.1.1 Explicar con base en fundamentos científicos los efectos nocivos de las emisiones de dióxido de azufre en el ecosistema. (del estudiantado)

7.1.2 Analizar las explicaciones científicas realizadas por los estudiantes a partir de un problema socio científico. (de las autoras)

### 7.2 Objetivos específicos

7.2.1 Investigar sobre las diversas propiedades del dióxido de azufre como sustancia química. (del estudiantado)

7.2.2 Identificar los conocimientos de los estudiantes acerca de sustancias químicas y cambio climático. (de las autoras)



Pontificia Universidad Católica de Chile

Facultad de Educación

Autoras: Isidora Carreño y Macarena Toro

Profesores Guías: Lorena Barrientos y Mario Quintanilla

7.2.3 Identificar los tipos de explicaciones científicas presentes en las realizadas por los estudiantes a partir de un problema socio científico. (de las autoras)

Mediante la siguiente tabla se identifican los planos del pensamiento científico y la metodología científica de los objetivos generales y específicos que se plantearon anteriormente.

Dentro de los planos del pensamiento se pueden diferenciar tres categorías diferentes: instrumental u operativo, personal o significativo y relacional o social; el primero no está orientado a ningún sujeto en específico y tiene foco en la actividad que se pide que se realice, ya sean cálculos, gráficos, dibujos, fórmulas, entre otros. El segundo plano está orientado a un sujeto en específico y a que se realice la actividad solicitada de forma individual, y el tercer plano del pensamiento está orientado a un grupo, es decir, se espera que el problema se aborde de forma colectiva (Malvaez, O., Labarrere, A. y Quintanilla, M., 2018).

Las metodologías científicas también se pueden clasificar en tres categorías, las cuales son: pensamiento, lenguaje y experiencia; los objetivos o enunciados que están focalizados en el pensamiento están orientados a la modelización y tienen como fin mejorar la comprensión de, por ejemplo, modelos teóricos, leyes científicas, nociones científicas, postulados, etc. Los que están focalizados en el lenguaje, están orientados a la comunicación científica y tienen como fin mejorar el uso del lenguaje en las ciencias, por ello es que en los enunciados se distinguen verbos como describir, explicar, argumentar, etc. Por último, los que están focalizados en la experiencia están orientados a los procedimientos y/o a la actividad experimental o no experimental y tienen como fin innovar en las actividades experimentales o no experimentales.



<b>Objetivo</b>	<b>Metodología científica</b>	<b>Planos del pensamiento</b>
Explicar con base en fundamentos científicos los efectos nocivos de las emisiones de dióxido de azufre en el ecosistema.	Pensamiento  Lenguaje  Experiencia	Instrumental u operativo  Personal o significativo  Relacional o social
Analizar las explicaciones científicas realizadas por los estudiantes a partir de un problema socio científico.	Pensamiento  Experiencia	Instrumental u operativo  Relacional o social
Investigar sobre las diversas propiedades del dióxido de azufre como sustancia química.	Pensamiento  Experiencia	Instrumental u operativo  Relacional o social
Identificar los conocimientos de los estudiantes acerca de sustancias químicas y cambio climático.	Pensamiento	Instrumental u operativo  Relacional o social
Identificar los tipos de explicaciones científicas realizadas por los estudiantes a partir de un problema socio científico.	Pensamiento	Instrumental u operativo  Relacional o social

Tabla N°2: “Metodologías científicas y planos del pensamiento de los objetivos planteados”



Pontificia Universidad Católica de Chile

Facultad de Educación

Autoras: Isidora Carreño y Macarena Toro

Profesores Guías: Lorena Barrientos y Mario Quintanilla

## 8. Contexto educacional de la propuesta

Se trabajó en un establecimiento educacional, el cual es un colegio particular subvencionado, de tipo católico, mixto y está ubicado en la comuna rural de Peñaflores en la región metropolitana, esta se encuentra a una distancia de aproximadamente 1 hora de la gran ciudad. El establecimiento se inauguró el año 1948, iniciando como un jardín infantil, para posteriormente establecerse como una escuela general básica en 1950 y unos años más tarde como un colegio particular que imparte clases en cursos desde prekindergarten hasta cuarto medio. Actualmente el colegio cuenta con más de 939 alumnos, 46 docentes y 34 asistentes de la educación. La misión del colegio consiste en "Promover una mirada reflexiva con un compromiso activo hacia su desarrollo académico y el respeto al prójimo. De esta manera el Colegio se identifica como un espacio de Evangelización y apoyo educativo a las familias en la construcción del Proyecto de Vida de sus Hijos e Hijas". (PEI, 2021)



Imagen 4: Capilla del Colegio Inmaculada Concepción Nuestra Señora de Lourdes



Pontificia Universidad Católica de Chile

Facultad de Educación

Autoras: Isidora Carreño y Macarena Toro

Profesores Guías: Lorena Barrientos y Mario Quintanilla



Imagen 5: Gimnasio del Colegio Inmaculada Concepción Nuestra Señora de Lourde

La propuesta se aplicó en el curso de tercero medio electivo, el cual está conformado por 12 estudiantes, 11 mujeres y un hombre. El contexto de la aplicación de los instrumentos es la preparación de una feria de ciencias de la cual participan los estudiantes de primero, segundo y tercero medio, estos deben juntarse en grupos pequeños y preparar un proyecto interdisciplinar junto a las asignaturas de lenguaje, biología, física, arte, música y química, el objetivo de este es explicar un fenómeno científico basándose en evidencia experimental y teórica. En el curso de tercero medio los proyectos están orientados a la temática de medio ambiente, cambio climático y contaminación, por lo que los 12 alumnos se dividen en 3 grupos y cada uno elige un tipo de contaminación: del aire, del agua o del suelo. El equipo que elige la contaminación del aire y en el cual está enfocado este trabajo está conformado por 4 alumnas mujeres, las cuales escogieron como problemática los efectos de los gases contaminantes emitidos por los volcanes.



## 9. Orientaciones metodológicas y decisiones de diseño didáctico

Para el desarrollo de la unidad didáctica se decidió utilizar el método heurístico, este se caracteriza por ser “un método de enseñanza mediante el cual se le plantean a los alumnos impulsos que facilitan la búsqueda independiente de problemas y de soluciones” (Balderas, F., 1999). Elegimos este método ya que permite que el estudiante descubra su verdadero potencial, despierta su curiosidad y de esta forma alienta a que resuelva problemas de forma independiente o en grupo. Además, creemos que desarrollar nuestra metodología de esta manera permitirá desarrollar la competencia científica de la explicación de una forma más profunda y significativa (Castro, P., 2012).

El trabajo que se realizará con los estudiantes se dividirá en 4 fases, las cuales se organizan de la siguiente manera:



Imagen 3: Esquema de organización del proyecto de investigación



## 10. Unidad didáctica

A continuación se encuentra el diseño de Unidad Didáctica en el que se presentan las distintas fases con sus respectivas actividades.

“La unidad didáctica es una forma de planificar el proceso de enseñanza-aprendizaje alrededor de un elemento de contenido que se convierte en eje integrador del proceso, aportándole consistencia y significatividad” (Escamilla, 1993). La unidad didáctica diseñada se divide en cuatro fases: diagnóstico, indagación, experimentación, presentación.

FASE DE DIAGNÓSTICO					
Objetivos y finalidades según las demandas cognitivas de diseño	Contenidos conceptuales, procedimentales, actitudinales	Actividades de aprendizaje y actividades de evaluación según las demandas cognitivas de la MDD	Materiales, insumos y recursos	Instrumento (s) de Evaluación de CPC	Duración estimada (minutos, sesiones)
<p><i>Objetivo 1</i></p> <p>Distinguir las ideas previas que tiene el estudiantado de los conceptos de sustancias químicas y cambio climático.</p>	<p><b>Conceptuales:</b> Sustancia, cambio climático, gases de efecto invernadero, dióxido de azufre.</p> <p><b>Procedimentales:</b> Desarrollar el instrumento entregado por la profesora.</p> <p><b>Actitudinales</b> Participación y buena disposición a trabajar</p>	<p>A1. Para identificar y distinguir las ideas previas del estudiantado se aplica un KPSI de forma individual.</p>	<p>M1 Hojas de papel y lápices</p>	<p>E1 Instrumento KPSI (se encuentra en Anexo 1).</p>	<p>15 minutos</p>

Tabla N°3: Fase de Diagnóstico



En esta fase de diagnóstico se decide aplicar el instrumento KPSI, diseñado durante el desarrollo de este seminario, ya que gracias a él podemos evaluar los conocimientos previos que tiene el estudiantado sobre estos conceptos.

FASE DE INDAGACIÓN					
Objetivos y finalidades según las demandas cognitivas de diseño	Contenidos conceptuales, procedimentales, actitudinales	Actividades de aprendizaje y actividades de evaluación según las demandas cognitivas de la MDD	Materiales, insumos y recursos	Instrumento (s) de Evaluación de CPC	Duración estimada (minutos, sesiones)
<p><i>Objetivo 1</i> Definir la temática que van a abordar en el proyecto de investigación, en forma de pregunta problema.</p> <p><i>Objetivo 2</i> Explicar la problemática que van a abordar.</p> <p><i>Objetivo 3</i> Justificar la elección de la problemática y sus motivaciones personales.</p> <p><i>Objetivo 4</i> Desarrollar un marco teórico donde se definen los conceptos principales y los conocimientos químicos necesarios para abordar la problemática.</p>	<p><b>Conceptuales:</b> Sustancias químicas, cambio climático, contaminación, reacciones químicas, dióxido de azufre, contaminación atmosférica.</p> <p><b>Procedimentales:</b> Indagar los conceptos y nociones científicas necesarias para desarrollar su proyecto científico Definir el procedimiento experimental que desarrollaran en su proyecto científico</p> <p><b>Actitudinales</b> Trabajo colaborativo</p>	<p>A1. Se presenta la V de Gowin como un instrumento de evaluación que servirá de apoyo para poder organizar y planificar su proyecto de investigación.</p> <p>A2. Los/las estudiantes indagan en la sala de computación toda la información necesaria (conceptos, nociones, etc.) para poder desarrollar su proyecto y responder a la problemática.</p> <p>A3. Los/las estudiantes plantean una metodología para poder desarrollar su procedimiento experimental que</p>	<p>M1 Computadores.</p> <p>M2 Presentaciones (ppt o canva)</p> <p>M3 Hojas de papel y lápices</p>	<p>E1 V de Gowin</p> <p>E2 Pautas de evaluación (presentación)</p>	<p><i>Sesión 1:</i> 90 minutos - A1 y A2</p> <p><i>Sesión 2:</i> 90 minutos - A2 y A3</p> <p><i>Sesión 3:</i> 90 minutos - A4</p>



<p><i>Objetivo 5</i> Plantear el procedimiento experimental, definiendo paso a paso lo que se va a realizar.</p> <p><i>Objetivo 6</i> Indican los recursos que necesitarán para realizar su proyecto, tanto reactivos como materiales de laboratorio.</p>	<p>Presentación oral del avance de su proyecto científico.</p>	<p>ayudará a responder la problemática</p> <p>A4 Cada grupo presenta de forma oral los avances de su proyecto con ayuda de un ppt, y hacen la entrega del instrumento V de Gowin. Durante cada presentación habrá un grupo encargado de evaluar a sus compañeros para luego dar una retroalimentación de su trabajo.</p>			
---	--	--	--	--	--

Tabla N°4: Fase de Indagación

En esta etapa los estudiantes construirán, en grupos, una V de Gowin para poder organizar y planificar un proyecto científico basado en una problemática socio científica. Para esto eligieron una problemática, investigarán y desarrollarán un marco teórico con todos los conceptos necesarios para poder responder su problemática, luego organizaron un procedimiento experimental e identificarán los recursos que necesitarán para su proyecto. Por último, cada grupo presentará el avance de su proyecto científico, para compartir su progreso con sus compañeros y desarrollar la explicación de su problemática. Además cada grupo estará a cargo de evaluar y retroalimentar el proyecto de otro equipo, para esto utilizarán una pauta de cotejo y dejarán un registro oral y escrito de las fortalezas y los aspectos a mejorar de sus compañeros.

FASE DE EXPERIMENTACIÓN					
Objetivos y finalidades según las demandas	Contenidos conceptuales, procedimentales, actitudinales	Actividades de aprendizaje y actividades de evaluación según las	Materiales, insumos y recursos	Instrumento (s) de Evaluación de CPC	Duración estimada (minutos, sesiones)



cognitivas de diseño		demandas cognitivas de la MDD			
<p><i>Objetivo 1</i>            Explicar a través de una actividad experimental la problemática socio-científica investigada en el proyecto científico.</p>	<p><b>Conceptuales:</b>            Sustancias químicas, cambio climático, contaminación, reacciones químicas, dióxido de azufre, contaminación atmosférica.</p> <p><b>Procedimentales:</b>            Registrar observaciones y generar conclusiones del proyecto científico.</p> <p><b>Actitudinales</b>            Seguir normas de laboratorio.            Promover el interés y motivación del estudiantado.</p>	<p>A1.  <b>Equipo 1:</b>  <b>Construir maqueta de volcán y realizar reacción de bicarbonato de sodio con vinagre</b>  <b>Equipo 2:</b>  <b>Demostrar la acidificación de los océanos</b>            Equipo 3:            Preparar pesticidas naturales (insecticida y fungicida) y aplicarlo a plantas enfermas con plagas y/o hongos.</p> <p>A2.            Construyen infografía para poder presentar sus trabajos en la feria científica.</p>	<p>M1  <b>Equipo 1:</b>  <b>Greda, vasos plásticos, bicarbonato de sodio, vinagre, cartón piedra, jabón.</b></p> <p>M2            Equipo 2:            Fuente transparente, tubo de ensayo, sal de fruta, papel ph, agua, balanza granataria, sal, vinagre y 3 huevos.</p> <p>M3            Equipo 3:            Difusores, leche, agua, bicarbonato de sodio, aceite vegetal, ajo, clavos de olor.</p>	<p>E1            Evaluación formativa:            Monitoreo del trabajo de los estudiantes.</p>	<p><i>Sesión 1: 90 minutos</i>            A1</p> <p><i>Sesión 2: 45 minutos</i>            A1 y A2</p> <p><i>Sesión 3: 90 minutos</i>            A2</p>

Tabla N°5: Fase de Experimentación

En esta etapa los estudiantes realizan su procedimiento experimental, anotando observaciones, analizando sus resultados y construyendo conclusiones de su proyecto.

FASE DE PRESENTACIÓN					
Objetivos y finalidades según las demandas cognitivas de diseño	Contenidos conceptuales, procedimentales, actitudinales	Actividades de aprendizaje y actividades de evaluación según las demandas cognitivas de la MDD	Materiales, insumos y recursos	Instrumento (s) de Evaluación de CPC	Duración estimada (minutos, sesiones)



<p><b>Objetivo 1</b> Explicar con base en fundamentos científicos las problemáticas socio-científicas investigadas.</p>	<p><b>Conceptuales:</b> Sustancias químicas, cambio climático, contaminación, reacciones químicas, dióxido de azufre y contaminación atmosférica.</p> <p><b>Procedimentales:</b> Presentar los proyectos científicos en una feria científica.</p> <p><b>Actitudinales</b> Explicar claramente el procedimiento experimental (modelo o maqueta), su demostración y sus resultados.</p>	<p>A1. El estudiantado presenta sus proyectos de investigación en la feria científica, explicando oralmente sus problemáticas.</p> <p>A2. El estudiantado expresa en forma escrita la explicación de sus problemáticas socio-científicas.</p> <p>A3. Coevaluación y autoevaluación del proceso vivido.</p>	<p>M1 Equipo 1: Maqueta, vinagre, bicarbonato de sodio, azufre, papelógrafo, recuerdos</p> <p>M2 Equipo 2: Fuente transparente, tubo de ensayo, sal de fruta, papel ph, agua, balanza granataria, sal, vinagre y 3 huevos, pantalla, recuerdos, decoraciones.</p> <p>M3 Equipo 3: Pesticidas naturales, hojas de la planta antes y después del uso de pesticida, papelógrafo, decoraciones y recuerdos.</p>	<p>E1 Lista de cotejo: Feria científica</p> <p>E2 Hoja de explicaciones a la problemática</p>	<p>Sesión 1: 90 minutos A1</p> <p>Sesión 2: 90 minutos A1</p> <p>Sesión 3: 45 minutos A2 y A3</p>
---	---	--	---	---	---

Tabla N°6: Fase de Presentación

En esta etapa los estudiantes presentarán sus proyectos a compañeros de otros cursos y profesores de diferentes asignaturas, explicando la problemática de su proyecto y los resultados obtenidos. Además, presentarán esta explicación por escrito como evidencia de su trabajo.



## 11. Instrumentos diseñados y aplicados

### 11.1 Instrumento KPSI

El objetivo del instrumento KPSI (Knowledge and Prior Study Inventory) es “obtener información sobre la percepción que el sujeto tiene de su grado de conocimiento en relación a los contenidos que el profesor(a) propone para su estudio y comprensión” (Arellano, M., Jara, R., Merino, C., Quintanilla, M y Cuellar, L., 2008, p. 4).

Este instrumento consta de cuatro categorías: lo puedo explicar a mis compañeros/as, lo comprendo pero no lo sabría explicar, no lo comprendo del todo y no tengo conocimientos de este concepto. Estas categorías fueron pensadas para que el estudiantado se pueda sentir identificado con alguna de ellas, por esto es que presentamos cuatro y no menos; además se incluye la competencia científica “explicar”, ya que consideramos que es una CPC con una dificultad alta pero que corresponde al nivel en el que se encuentran los y las estudiantes.

Categoría	Descriptores
1	Desconozco el contenido.
2	Lo he escuchado.
3	Lo conozco pero no lo entiendo.
4	Puedo explicarlo.
5	Puedo explicarlo a mis compañeros/as y dar un ejemplo.

Enunciado	1	2	3	4	5	Observación
1 Los cambios físicos son reversibles.						
2 Un cambio químico es una transformación en la que varía la naturaleza de la materia.						
3 Hervir un huevo es un cambio químico.						
4 Picar las verduras es un cambio físico.						
5 Que las sustancias cambien de color implica un cambio químico.						
6 Se diferenciar entre un cambio físico y un cambio químico.						

Imagen 6: Ejemplo Instrumento KPSI (Acuña, A. y Cornejo, P., 2022)



Pontificia Universidad Católica de Chile

Facultad de Educación

Autoras: Isidora Carreño y Macarena Toro

Profesores Guías: Lorena Barrientos y Mario Quintanilla

## 11.2 V de Gowin

El instrumento de evaluación “V de Gowin” tiene como finalidad conducir al estudiantado hacia la interpretación de lo que están haciendo y que comprendan en el sentido y el objetivo de la intervención docente. (Izquierdo, M., 1994, p.2) Su estructura se compone de un esquema en forma de V, el cual está dividido en 5 zonas: la zona P, donde se explicita la pregunta de investigación (problematizadora); la zona T, donde se indican los diferentes conceptos que se necesitan para poder dar sentido a los resultados; la zona M, donde se desarrolla el procedimiento que se va a realizar o que ya se realizó, en conjunto con los resultados de la experiencia; la zona R, donde se indican los recursos que se necesitarán a lo largo del proceso; y por último la zona C, donde se registran las conclusiones finales.

Para poder elaborar una V de Gowin primero el/la docente debe presentar el instrumento para que el estudiantado tenga conocimientos de este y logre adueñarse de él de cierta forma, para que pueda aplicarlo o utilizarlo. Luego se da la pregunta problematizadora, a partir de la cuál los estudiantes definen los conceptos que necesitarán para resolver la problemática. A continuación, propondrán una metodología, indicando los pasos a seguir (o el docente se los entrega) y se indican los recursos que necesitarán. Por último, registran sus resultados y las conclusiones finales de su trabajo (Izquierdo, M., 1994).

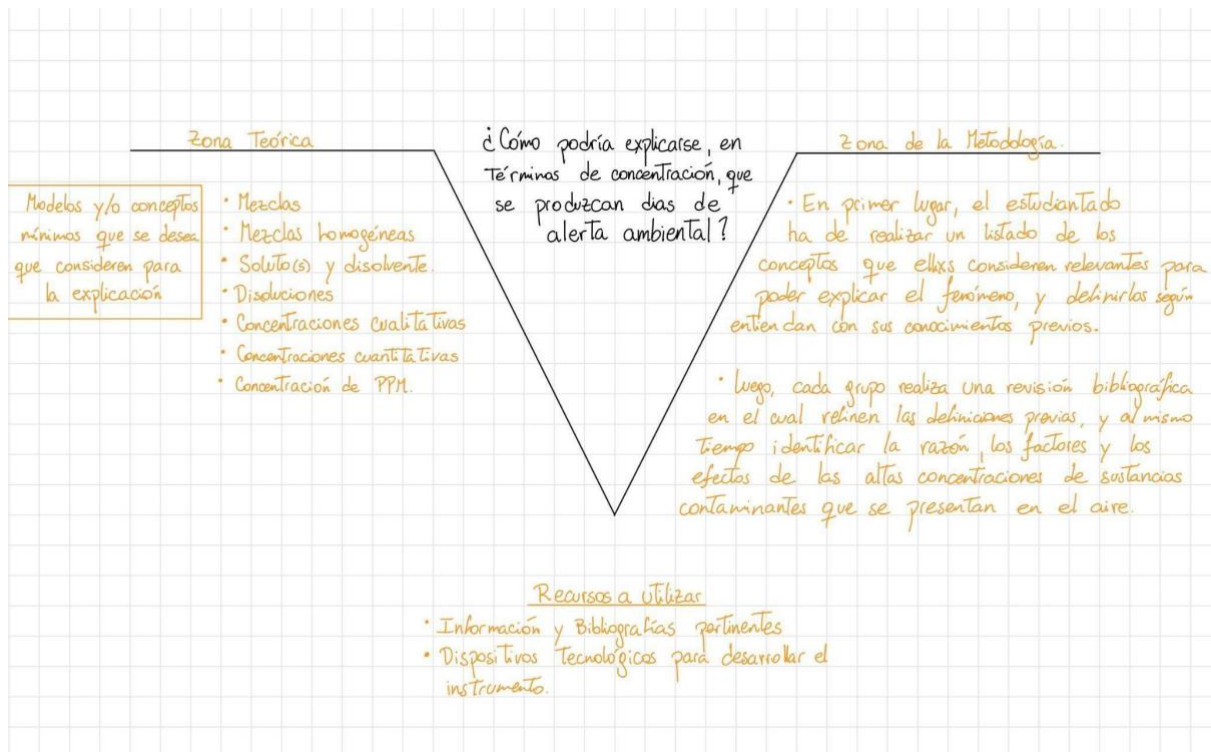


Imagen 7: Ejemplo V de Gowin (Abraham, A. y Araya, J., 2022)

Posibles preguntas de investigación o problemáticas:

- ¿Cómo explicarías que las emisiones de dióxido de azufre emitidas por los volcanes afectan en la salud de la población que vive a los alrededores?
- ¿Cómo explicarías que las emisiones de dióxido de azufre emitidas por los volcanes afectan a la vegetación que crece en los alrededores?
- ¿Cómo explicarías que las emisiones de dióxido de azufre emitidas por los volcanes influyen en el cambio climático?

De estas preguntas problema las estudiantes escogieron desarrollar la primera: ¿Cómo explicarías que las emisiones de dióxido de azufre emitidas por los volcanes afectan en la salud de la población que vive a los alrededores?



### 11.3 Hoja de explicaciones a la problemática

Este instrumento tiene como objetivo que el estudiantado pueda responder a la problemática o la pregunta de investigación que definen para desarrollar el proyecto. Además, el instrumento servirá para evidenciar el desarrollo de la competencia científica de la explicación en el grupo de estudiantes que se decide observar.

Este instrumento consta de una hoja de papel que incluirá el nombre de el/la estudiante, el objetivo del instrumento, la pregunta de investigación o problemática y un cuadro grande en blanco donde el/la estudiante pueda responder y desarrollar su explicación.

## 12. Resultados y análisis de la evidencia

### 12.1 Consideraciones previas

Del instrumento KPSI (ver anexo 1) se recolectaron las producciones de 11 estudiantes que participaron de la actividad, las cuales se pueden ver reflejadas en los siguientes gráficos:

#### ¿Qué son los gases de efecto invernadero?

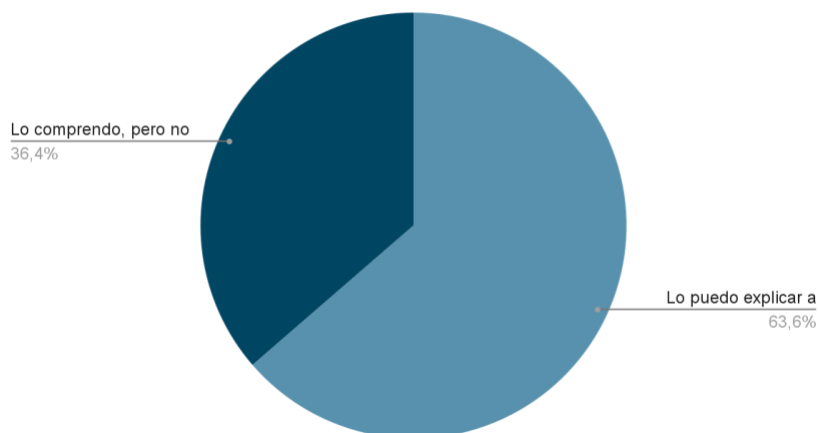


Gráfico N°1: Resultados del enunciado 1 del instrumento KPSI en el establecimiento educacional.



### ¿Por qué las erupciones volcánicas son consideradas como una causa del cambio climático?

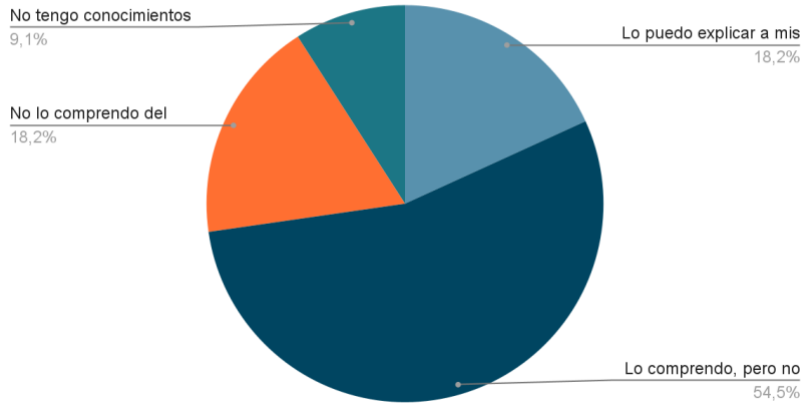


Gráfico N°2: Resultados del enunciado 2 del instrumento KPSI en el establecimiento educacional.

### ¿Qué es una sustancia química?

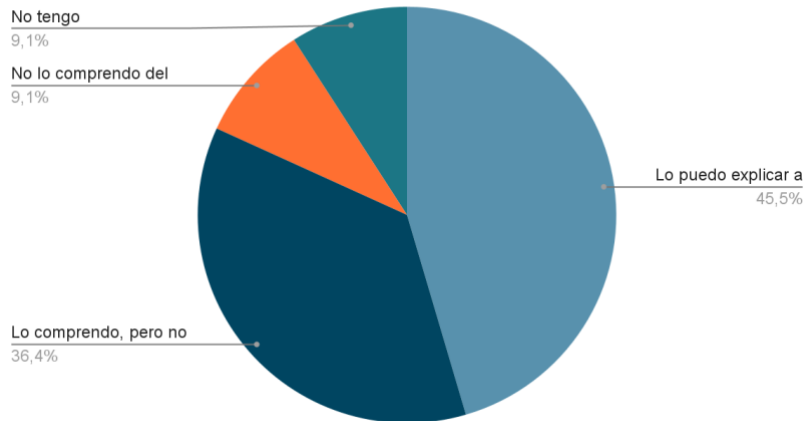


Gráfico N°3: Resultados del enunciado 3 del instrumento KPSI en el establecimiento educacional.



### ¿Qué es y cómo se produce el dióxido de azufre?

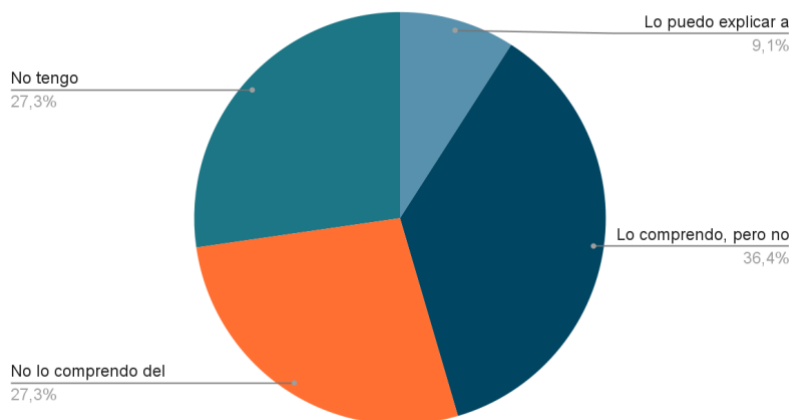


Gráfico N°4: Resultados del enunciado 4 del instrumento KPSI en el establecimiento educacional.

#### 12.2 Comentarios de los gráficos

Como se puede observar en los gráficos, existe una gran variación en las respuestas del estudiantado, donde en el enunciado 1 (¿Qué son los gases de efecto invernadero?) La categoría predominante fue “Lo puedo explicar a mis compañeros/as” con una representatividad del 63,6% y las categorías menos escogidas “no lo comprendo del todo” y “no tengo conocimientos de este concepto” con un 0% de representatividad.

En el enunciado 2 (¿Por qué las erupciones volcánicas son consideradas como una causa del cambio climático) podemos observar que la categoría que predominó fue “lo comprendo, pero no lo sabría explicar” con un 54,5% y la que menos se escogió fue “no tengo conocimientos del tema” con un 9,1%.

Por otro lado, en el enunciado 3 (¿Qué es una sustancia química?) se ve que la categoría que más se escogió fue, al igual que en el enunciado 1, “lo puedo explicar a mis compañero/as” con un porcentaje del 45,5%, y el que tuvo una menor representatividad fue “no tengo conocimientos del tema” y “no lo comprendo del todo”, ambos con un 9,1%.



Por último, en el enunciado 4 (¿Qué es y cómo se produce el dióxido de azufre?) la categoría predominante fue “lo comprendo, pero no lo sabría explicar” con un 36,4%, seguido de las categorías “no lo comprendo del todo” y “no tengo conocimientos del tema” con un 27,3% de representatividad cada uno, y finalmente la categoría “lo puedo explicar a mis compañeros” fue la menos escogida por los estudiantes con un 9,1%.

A partir de estos resultados podemos concluir que el estudiantado tiene un conocimiento general de cambio climático y sustancias químicas, pudiendo explicar qué conceptos básicos de estas temáticas como lo son los gases de efecto invernadero y las sustancias químicas, pero al momento de tener que explicar conceptos más específicos como en el enunciado 2 y 4 se pueden observar dificultades, logrando comprenderlos pero no en profundidad.

### 12.3 Identificación y caracterización de las explicaciones estudiantiles

Para poder analizar las explicaciones realizadas por el estudiantado, se establecen los siguientes criterios para cada tipo de explicación, diseñados por Iturra, M. y Mallea, J. (2021):

**Explicación descriptiva:** Se establecen tres criterios para clasificar este tipo de explicaciones: general, relaciones y conocimiento. Estas explicaciones se caracterizan por ser una descripción superficial del fenómeno, por lo que se enfoca en propiedades macroscópicas.

Criterio	Descripción
General	La explicación se trata de una descripción a nivel macroscópico, microscópico o simbólico de la situación problemática y de sus propiedades.



Relaciones	No se establece ninguna relación a nivel microscópico o simbólico, sólo a nivel macroscópico. Las relaciones que se establecen responden a aspectos observables del fenómeno, es decir, a una descripción.
Conocimiento	La explicación se basa principalmente en conocimiento cotidiano (relaciones a nivel macroscópico), aunque también se puede evidenciar conocimiento científico (descripciones a nivel microscópico o simbólico).

Tabla N°7: “Criterios de clasificación para explicación de tipo descriptiva” (Iturra, M. y Mallea, J., 2021)

**Explicación predictiva:** Al igual que anteriormente, para este tipo de explicación se establecen 3 criterios de clasificación: General, relaciones y conocimiento. Estas explicaciones se caracterizan por la generación de una predicción relacionada con el fenómeno estudiado.

Criterio	Descripción
General	La explicación se basa en una predicción, a partir de un conocimiento o afirmación general que se relacione con el fenómeno estudiado.
Relaciones	Se establece una relación entre una afirmación general (conocimiento científico) y una situación específica (contexto).
Conocimiento	La explicación se basa en conocimiento científico (afirmación general) y cotidiano (contexto).

Tabla N°8: “Criterios de clasificación para explicación de tipo predictiva” (Iturra, M. y Mallea, J., 2021)



**Explicación causal:** Al igual que anteriormente, para este tipo de explicación se establecen 3 criterios de clasificación: General, relaciones y conocimiento. Estas explicaciones se caracterizan por la generación de un vínculo de causa y efecto entre el fenómeno y las entidades que participan.

Criterio	Descripción
General	La explicación se basa en un relato del por qué ocurre el fenómeno estudiado, utilizando para esto los niveles macroscópico, microscópico y/o simbólico.
Relaciones	Se establecen relaciones causales entre el fenómeno estudiado y su explicación respaldada en conocimiento científico.
Conocimiento	La explicación se basa principalmente en conocimiento científico.

Tabla N°9: “Criterios de clasificación para explicación de tipo causal” (Iturra, M. y Mallea, J., 2021)

#### 12.4 Tabulación y análisis de las explicaciones

Estudiante: Nombre ficticio	Enunciado 1	Enunciado 2	Enunciado 3	Enunciado 4
Estudiante 1: María José	<i>“Es la capacidad de la atmósfera para absorber y devolver la radiación térmica emitida por la superficie terrestre”</i>	<i>“Son contaminantes por las cantidades de gases dañinos, dióxido de azufre por ejemplo o el CO<sub>2</sub>”</i>	<i>“Tipo de material o cualquier sustancia con una composición química, sin importar su procedencia”</i>	<i>“Es un gas incoloro que resulta irritante a concentraciones elevadas se origina por combustión de carburantes fósiles que contiene azufre”</i>



Estudiante 2: Paula	<i>“Es un gas que absorbe y emite radiación dentro del rango infrarrojo”</i>	<i>“Los volcanes interactúan con el clima por medio de los materiales que lanzan a la atmósfera durante las erupciones”</i>	<i>“Una sustancia es un elemento químico y sus compuestos en su estado natural u obtenidos por algún proceso de fabricación”</i>	<i>“Es un gas incoloro con mal olor y se origina en los volcanes”</i>
Estudiante 3: Haideé	<i>“Son gases que mantienen la temperatura del planeta”</i>	<i>“Porque libera gases de efecto invernadero”</i>	<i>“Es algún tipo de materia que tiene una composición definida (moléculas o átomos)”</i>	<i>“Es un óxido, SO<sub>2</sub>, es un gas”</i>
Estudiante 4: María Isabel	<i>“Son gases que se acumulan en la atmósfera y que en altas cantidades afecta en el calentamiento global”</i>	<i>“Ya que liberan sustancias químicas como CO<sub>2</sub> que causan o afectan al calentamiento global”</i>	<i>“Son elementos o compuestos químicos que al interactuar entre sí generan reacciones”</i>	<i>“Lo producen los volcanes”</i>
Estudiantes 5: Alberto	<i>“Son tipos de gases presentes en la atmósfera los cuales retienen temperatura en un planeta o ambiente”</i>	<i>“Por los gases que emite este fenómeno, ya que los gases liberados son gases de efecto invernadero”</i>		<i>“SO<sub>2</sub>: Es un tipo de sustancia gaseosa y se produce con la unión de O<sub>2</sub> y S”</i>
Estudiante 6: Amanda	<i>“Son gases que atrapan el calor dentro de la</i>	<i>“Porque expulsan gran cantidad de gases que quedan</i>	<i>“Es una sustancia homogénea que no se puede separar</i>	<i>“Es un gas que se produce principalmente de la</i>



	<i>atmósfera”</i>	<i>en la atmósfera”</i>	<i>físicamente”</i>	<i>combustión de combustibles fósiles que tienen azufre”</i>
Estudiante 7: Alejandra	<i>“Son gases que se acumulan en la atmósfera de la tierra, absorben la energía infrarroja del sol”</i>	<i>“Porque liberan CO<sub>2</sub>”</i>	<i>“Cualquier material con una composición química definida ya sea natural o de algún proceso de fabricación”</i>	<i>“Es un gas incoloro, irritante. Se produce por la combustión de productos (como el petróleo, combustibles sólidos)”</i>
Estudiante 8: Fernanda	<i>“Son gases que se guardan en la atmósfera y generan calentamiento global”</i>	<i>“Gracias a todo el SO<sub>2</sub> que contiene el humo”</i>	<i>“Es una sustancia que tiene su estructura molecular definida”</i>	<i>“Su representación es SO<sub>2</sub> y es uno de los principales contaminantes”</i>
Estudiante 9: Sofía	<i>“Absorbe y emite radiación dentro del rango infrarrojo”</i>		<i>“Es como compuesto de elementos, ejemplo: el hidrógeno o el sodio”</i>	
Estudiante 10: Ana maría	<i>“Por lo que recuerdo era un gas que emitía radiación en un rango infrarrojo”</i>		<i>“Es un compuesto de elementos químicos. Material con una composición química definida”</i>	<i>“Por lo que tengo entendido, era un gas con olor horrible. Se produce con petróleo y algo más, no recuerdo”</i>
Estudiante 11:	<i>“Es un gas que</i>	<i>“Los volcanes</i>	<i>“Es un elemento</i>	<i>“No lo entiendo del</i>



Susana	<i>absorbe y emite radiación dentro del rango infrarrojo"</i>	<i>tienen interacción con el clima por medio de la materia que lanza a la atmósfera en la erupción. Producen grandes cantidades de gas, ceniza y metales que alteran el clima"</i>	<i>química y sus compuestos en su estado natural, o también obtenido por algún proceso"</i>	<i>todo"</i>
--------	---	--	---	--------------

Tabla Nº10: Explicaciones realizadas por el estudiantado a partir del instrumento KPSI

Aplicando los criterios establecidos previamente, podemos mencionar **dos ejemplos** concretos de explicaciones descriptivas observados en las explicaciones realizadas por los/las estudiantes:

Estudiante: Nombre Ficticio	Análisis de la explicación
Estudiante 3: Haideé	<b>Enunciado 1</b> (¿Qué son los gases de efecto invernadero?): <i>"Son gases que mantienen la temperatura del planeta"</i> . Se evidencia una descripción general del concepto, en un nivel macroscópico.
Estudiante 11: Susana	<b>Enunciado 4</b> (¿Qué es y cómo se produce el dióxido de azufre?): <i>"Es un gas incoloro, irritante. Se produce por la combustión de productos (como el petróleo, combustibles sólidos)"</i> . Se evidencia una explicación que se basa en conocimiento cotidiano (nivel macroscópico) pero que igualmente incluye conocimiento científico (nivel microscópico o simbólico).

Tabla Nº11: Análisis de explicaciones de tipo descriptiva



Aplicando los criterios establecidos previamente, podemos mencionar **un ejemplo** concreto de explicación predictiva observado en las explicaciones realizadas por los/las estudiantes:

Estudiante: Nombre Ficticio	Análisis de la explicación
Estudiante 1: María José	<b>Enunciado 4</b> (¿Qué es y cómo se produce el dióxido de azufre?): <i>“Es un gas incoloro que <b>resulta irritante a concentraciones elevadas</b>, se origina por combustión de carburantes fósiles que contienen azufre”</i> . Se evidencia una predicción generada a partir de una afirmación general que se relaciona con el conocimiento de sustancias químicas.

Tabla Nº12: Análisis de explicaciones de tipo productiva

Aplicando los criterios establecidos previamente, podemos mencionar **un ejemplo** concreto observado de explicación causal en las explicaciones realizadas por los/las estudiantes:

Estudiante: Nombre Ficticio	Análisis de la explicación
Estudiante 4: María Isabel	<b>Enunciado 2</b> (¿Por qué las erupciones volcánicas son consideradas como una causa del cambio climático?): <i>“Ya que liberan sustancias químicas como CO<sub>2</sub> que causan o afectan al calentamiento global”</i> . Se evidencia una explicación de tipo causa y efecto que desarrolla el por qué las erupciones volcánicas son una causa del cambio climático o son contaminantes, en esta se utiliza un nivel macroscópico y simbólico para representar la explicación del fenómeno.

Tabla Nº13: Análisis de explicaciones de tipo causal



A través del análisis de las explicaciones científicas realizadas por el estudiantado pudimos rescatar que en su mayoría estas se pueden clasificar como explicaciones descriptivas, específicamente de tipo generales y de conocimiento.

### 12.5 V de Gowin

En la fase de indagación el estudiantado construyó tres V de Gowin para organizar y planificar su proyecto de investigación. El equipo en observación (aclaramos que se diseñaron tres instrumentos V de Gowin y que solo presentamos una de ellas, las que están además incluidas como anexos 2 y 3), es decir, el que trabaja con la problemática ¿Cómo explicarías que las emisiones de dióxido de azufre emitidas por los volcanes afectan en la salud de la población que vive a los alrededores?, presentó la siguiente V de Gowin:

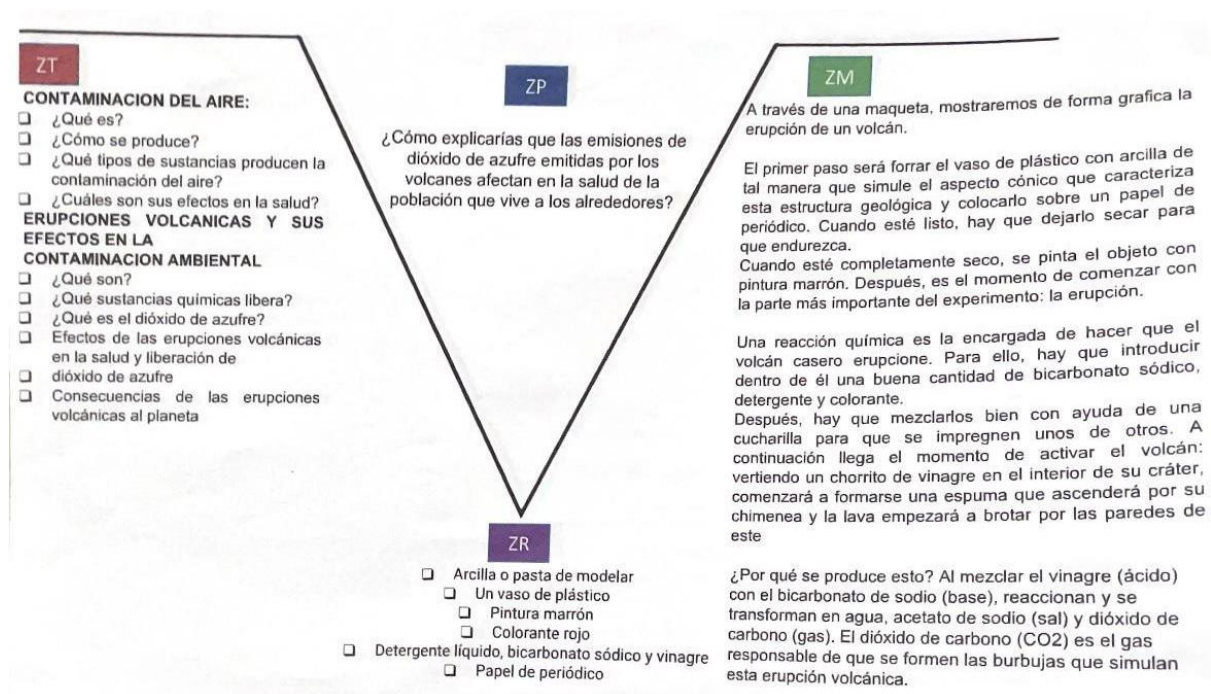


Imagen 6: V de Gowin construida por las estudiantes que trabajan con la problemática de los volcanes.



## 12.6 Análisis del texto

Recordemos que la finalidad de la V de Gowin es un instrumento que nos ayuda a pensar, que le enseña al estudiante a aprender a aprender, además es una ayuda valiosa para construir un lenguaje científico propio del aula de ciencias y conduce al estudiantado hacia la interpretación de lo que están haciendo (Izquierdo, 2007).

Es por esto que cada equipo del curso construyó su propia V de Gowin, que les permitió pensar y expresar con mayor claridad cómo organizar su trabajo de investigación. El estudiantado trabajó en la construcción del instrumento durante dos sesiones de 90 minutos. En la primera sesión se trabajó con la justificación personal de la problemática y el marco teórico con conceptos, nociones, reacciones y conocimientos científicos que necesitan para responder a ella. Luego en la segunda sesión trabajaron en el planteamiento de una metodología o procedimiento experimental que les sirva para responder a su problemática. Por último, hicieron entrega de ellos después de la presentación del avance de sus proyectos, siguiendo las orientaciones de la unidad didáctica (ver página 32 y 33).

Posterior a la presentación del avance, se realiza una retroalimentación oral y escrita al estudiantado para poder guiarlos y que continúen su trabajo. Al equipo 1 (contaminación atmosférica) se le sugiere especificar los efectos que tiene el dióxido de azufre en la salud humana, ya que hacían mención de los efectos de gases contaminantes o de efecto invernadero en general. Por otro lado, también se les comenta que falta por desarrollar las propiedades del dióxido de azufre y las reacciones involucradas en la problemática. Por último, se les felicita por el trabajo realizado, destacando el conocimiento del tema, la coordinación del equipo y el desarrollo del marco teórico.



### 12.7 Explicaciones finales

Posterior a la realización de la feria científica, se le solicitó a los estudiantes construir una explicación escrita que dé respuesta a la problemática investigada. Es por esto que se recolectaron las explicaciones de tres de las cuatro estudiantes que trabajaron con la contaminación atmosférica por dióxido de azufre. Los demás estudiantes, de los otros equipos, también realizaron las explicaciones respondiendo a sus problemáticas y estas se encuentran en el anexo 8 y 9.

Estudiante: Nombre Ficticio	Explicación problemática: ¿Cómo explicarías que las emisiones de dióxido de azufre emitidas por los volcanes afectan en la salud de la población que vive a los alrededores?
Estudiante 2: Paula	<i>“Cuando los volcanes expulsan grandes cantidades de dióxido de azufre, una parte de los gases logra llegar a la estratósfera, al mezclarse con agua se oxida generando aerosoles de ácido sulfúrico, nubes de pequeñas partículas que reflejan la luz solar enfriando la atmósfera. Cuando estas partículas entran en los pulmones pueden provocar enfermedades o empeorar las que ya existían”.</i>
Estudiante 4: María Isabel	<i>“El dióxido de azufre es un gas altamente reactivo que pertenece al grupo del óxido de azufre. Es el resultado de la mezcla de oxígeno y azufre. Este gas se forma por la combustión de carburantes fósiles a altas temperaturas. Se utiliza tradicionalmente como antioxidante y conservante. En altas cantidades es irritante, quema la piel, los pulmones y la garganta, daño respiratorio, empeora enfermedades como asma o enfisema. Lo riesgoso de este gas es que al mezclarse con el H<sub>2</sub>O se genera ácido sulfúrico, y por tanto si este gas se mezcla en las nubes se genera lluvia ácida, por lo tanto por todo esto y lo mencionado anteriormente es riesgoso para las personas que viven alrededor al estar más expuestas a este gas”.</i>



Estudiante 8: Fernanda	<i>“El dióxido de azufre al ser emitido por los volcanes, los ciudadanos que viven cerca de estos lo inhalan, lo cual puede provocar enfermedades o empeorar las que ya existían. A parte de que el dióxido de azufre al llegar a la atmósfera se oxida y generan aerosoles de ácido sulfúrico, o como le llaman otros “lluvia ácida”, estas partículas entran directamente a los pulmones lo que puede generar afecciones a la piel, a los ojos, pérdida de cabello, entre otros”.</i>
---------------------------	---

Tabla N°14: Explicaciones finales del equipo 1

### 12.8 Comparación entre las explicaciones iniciales y finales

Estudiante: Nombre Ficticio	Clasificación de la explicación
Estudiante 2: Paula	Descriptiva de conocimiento
	Causal de relación
Estudiante 4: María Isabel	Descriptiva de conocimiento
	Causal general
Estudiante 8: Fernanda	Predictiva general
	Causal general

Tabla N°15: Clasificación explicaciones finales

Analizando las explicaciones finales realizadas por las estudiantes podemos observar que la explicación realizada por la estudiante 2 se puede clasificar como:

- De tipo descriptiva de conocimiento, ya que la explicación se basa principalmente en conocimiento cotidiano, realizando relaciones a nivel macroscópico, aunque también se puede evidenciar conocimiento científico ya que realiza acotaciones de lo que ocurre a nivel microscópico.
- De tipo causal de relación, ya que se establecen relaciones causales entre el



Pontificia Universidad Católica de Chile

Facultad de Educación

Autoras: Isidora Carreño y Macarena Toro

Profesores Guías: Lorena Barrientos y Mario Quintanilla

fenómeno estudiado, el cuál hace referencia a los efectos en la salud humana provocados por las emisiones de dióxido de azufre emitidas por los volcanes, y su explicación respaldada en conocimiento científico, incluyendo nociones científicas como *gases de efecto invernadero, reacciones de oxido-reducción y cambio químico*.

Por otro lado la explicación de la estudiante 4 se puede clasificar como:

- De tipo descriptiva de conocimiento, ya que al igual que la anterior ya que la explicación se basa principalmente en conocimiento cotidiano, realizando relaciones a nivel macroscópico, aunque también se puede evidenciar conocimiento científico ya que realiza acotaciones de lo que ocurre a nivel microscópico.
- De tipo causal general, ya que la explicación se basa en un relato del por qué ocurre el fenómeno estudiado, es decir, por qué las emisiones de dióxido de azufre emitidas por los volcanes afectan en la salud de la población, y para esto la alumna utiliza los niveles macroscópico, microscópico y simbólico.

Por último, la explicación de la estudiante 8 se puede clasificar como:

- De tipo predictiva general, ya que en el extracto ***“El dióxido de azufre al ser emitido por los volcanes, los ciudadanos que viven cerca de estos lo inhalan, lo cual puede provocar enfermedades o empeorar las que ya existían”***, se puede observar que la estudiante basa su explicación en una predicción, a partir de un conocimiento o afirmación general que se relaciona con el fenómeno estudiado.
- De tipo causal general, ya que al igual que la de la alumna anterior, la explicación se basa en un relato del por qué ocurre el fenómeno estudiado, es decir, por qué las emisiones de dióxido de azufre emitidas por los volcanes afectan en la salud de la población, y para esto la estudiante utiliza los niveles macroscópico y microscópico.



A partir de este análisis de las explicaciones finales se realiza un contraste de estas con las que el estudiantado realizó al comienzo de esta experiencia.

Explicaciones iniciales	Explicaciones finales
<ul style="list-style-type: none"><li>- Explicaciones mayormente de tipo descriptiva: descripciones generales y superficiales del fenómeno.</li><li>- Estas se encontraban mayormente en el nivel macroscópico.</li><li>- Cortas e incompletas (con poca información)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Explicaciones de más de un tipo cada una, pero prevalecen las explicaciones causales ya que se genera un vínculo entre la causa y el efecto entre el fenómeno y las entidades que participan.</li><li>- Estas se encuentran en los 3 niveles: macroscópico, microscópico y simbólico.</li><li>- Son párrafos bastante extendidos, incluyen bastante información y son completos.</li><li>- Cumplen con el objetivo de responder a la problemática a base de fundamentos teóricos.</li></ul>

Tabla N°16: Comparación explicaciones iniciales y finales

### 13. Rediseño de la Unidad didáctica inicial

La unidad didáctica que se realizó en primera instancia consta de cuatro partes: diagnóstico, indagación, experimentación y presentación. Para el rediseño de esta, se centrarán los cambios en la fase tres, de experimentación, organizar mejor este punto, agregando una guía de laboratorio o de trabajo, en donde la idea es que los alumnos puedan plantear hipótesis, objetivos y que también puedan dejar registro de sus



Pontificia Universidad Católica de Chile

Facultad de Educación

Autoras: Isidora Carreño y Macarena Toro

Profesores Guías: Lorena Barrientos y Mario Quintanilla

observaciones durante la fase experimental y, por último, que planteen las conclusiones del trabajo. De esta manera se espera que los estudiantes puedan aprender más del método científico poniendo este en práctica y, además, que puedan organizar y realizar su trabajo de forma más clara y ordenada.

Por otro lado, también nos gustaría replantear los tiempos designados para cada fase, ya que el estudiantado se vió muy acelerado al realizar su proyecto y ellos mismos al realizar la autoevaluación del proceso vivido, nos comunicaron que no se sentían satisfechos con su trabajo realizado ya que les hubiera gustado tener más clases para poder desarrollar de mejor manera el proceso y presentar un mejor producto final.

#### **14. Conclusiones**

A partir de los resultados de nuestra investigación nos parece y queda en evidencia que la enseñanza tradicional de la noción de *sustancia química* es compleja de aprender, por lo que constantemente hay que buscar nuevas formas y metodologías de enseñanza para que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea significativo y valioso para el estudiantado.

Es muy relevante para el profesorado de química poder intencionar, promover y desarrollar competencias de pensamiento científico (CPC) que sean desafiantes intelectualmente para el estudiantado, y aún más si estas se desarrollan mediante el trabajo de problemáticas socio-científico, ya que éstas permiten que los y las jóvenes generen, como ciudadanos, sus propias opiniones con respecto a asuntos que los involucran.

Por otro lado, analizando las producciones del estudiantado, se logra evidenciar en las explicaciones iniciales una clara tendencia hacia las de tipo descriptivas, lo que nos permite observar una dificultad en la comprensión de la noción de *sustancia química*, lo que puede ser explicado por la existencia de una baja capacidad de relacionar los fenómenos en los niveles microscópico y simbólico.



Pontificia Universidad Católica de Chile

Facultad de Educación

Autoras: Isidora Carreño y Macarena Toro

Profesores Guías: Lorena Barrientos y Mario Quintanilla

A pesar de esto, se logró el objetivo principal de este trabajo ya que el estudiantado construyó explicaciones con base en fundamentos científicos sobre los efectos nocivos de las emisiones de dióxido de azufre en el ecosistema. Este progreso pudo ser realizado ya que el trabajo con problemáticas socio-científicas y el uso de instrumentos como la V de Gowin permiten que el estudiantado desarrolle un pensamiento crítico, involucrándose de manera profunda en su investigación, generando discusiones productivas con sus compañeros de equipo y logrando visualizar el fenómeno a niveles microscópicos o moleculares.

Finalmente, podemos concluir que la propuesta de unidad didáctica cumple con los requisitos para poder desarrollar de buena manera una competencia del pensamiento científico, en este caso la explicación científica, y permite que el estudiantado comprenda nociones químicas como la de *sustancia*, *efecto invernadero* y *cambio climático*, obteniendo la capacidad de relacionar el tránsito entre los distintos niveles de representación (macroscópico, microscópico y simbólico).

### **15. Proyecciones y evaluación del proceso**

Nuestra principal proyección como equipo de trabajo es poder seguir investigando sobre la temática, poder mejorar e implementar los instrumentos utilizados, para que de esta forma haya un resultado más válido y confiable, pudiendo recaudar más respuestas de diferentes alumnos que se encuentren en distintos colegios, aumentando de esta manera la confiabilidad de los resultados.

Para nosotras es un tema súper importante de investigar, ya que las explicaciones científicas escolares son una habilidad importante de aprender a trabajar y a desarrollar de una manera correcta y, además, la contaminación del aire es muy relevante, sobre todo en estos



Pontificia Universidad Católica de Chile

Facultad de Educación

Autoras: Isidora Carreño y Macarena Toro

Profesores Guías: Lorena Barrientos y Mario Quintanilla

tiempos tan complicados ecológicamente hablando, esta razón es una de las principales motivaciones que tenemos nosotras para poder seguir avanzando con nuestra investigación y poder concientizar a más alumnos sobre lo que sucede en nuestro planeta.

Ahondando más en los sistemas de enseñanza, en este caso se trabajó en una feria científica, que sería una exposición pública de proyectos científicos hechos por estudiantes, esta es una instancia en la que los alumnos pueden trabajar diversas habilidades, desde presentar el proyecto, hasta aplicar el método científico, por lo que creemos que es bueno seguir promoviendo actividades de este estilo en los colegios.

Para el futuro lo ideal sería poder mejorar los instrumentos utilizados durante esta investigación, que serían la V de Gowin y el KPSI, para poder implementarlos en otros establecimientos educacionales, que sean diferentes entre sí, rurales, urbanos, particulares pagados, municipales, etc. para poder lograr recolectar una variedad suficiente de resultados, logrando de esta manera que la investigación sea más confiable, ya que las explicaciones científicas escolares y la contaminación del aire son temáticas muy relevantes en el desarrollo y aprendizaje de los estudiantes, por lo que queremos seguir estudiando el cómo se desarrolla la enseñanza de estos conceptos en las diversas escuelas del país.

## 16. Bibliografía

1. Abraham, A. y Araya, J. (2022) Concentración en las explicación, propuesta de enseñanza del modelo de disoluciones químicas. *Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Educación.*
2. Acuña, A. y Cornejo, P. (2022) Explicar cambio químico y físico en base a química en la cocina al estudiantado de secundaria. Chile. *Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Educación.*



Pontificia Universidad Católica de Chile

Facultad de Educación

Autoras: Isidora Carreño y Macarena Toro

Profesores Guías: Lorena Barrientos y Mario Quintanilla

3. Avila, E. y Rivas, R. (2019) Enseñanza y aprendizaje de las sustancias químicas en Educación Primaria: un manual que contribuye a facilitar su mediación. *Educere*, 23(75).
4. Balderas, F. (1999) Propuesta didáctica: la aplicación de procedimientos heurísticos y situaciones problemáticas en la resolución de problemas de matemáticas I. *Universidad Autónoma de Nuevo León*.
5. Barrera, R., Jiménez, P. (2013) Análisis de las explicaciones científicas del estudiantado de primero medio según el sexo. Una Propuesta Coeducativa para la enseñanza-aprendizaje del comportamiento de la luz en el ojo humano, el telescopio refractor y el microscopio, utilizando como recurso la "Ciencia Ficción Feminista". *Universidad de Santiago de Chile, Facultad de Ciencias*.
6. Casabona, B. (2022) *Hacia el bienestar en la educación en Chile*. Educación y nueva constitución, repensar lo educativo. Fondo editorial UMCE.
7. Castro, P. (2012) *El método heurístico como propuesta pedagógica*. Editora Mendez.
8. Chirinos, R. (2007) El problema de la explicación en la ciencia. Las explicaciones causales en Bas Van Fraassen. *Revista cielo*, 23(53).
9. Colegio Inmaculada Concepción nuestra señora de Lourde (2021) Proyecto Educativo Institucional. Disponible en: [www.nsl.cl](http://www.nsl.cl)
10. Díaz Moreno N., & Jiménez-Liso M. R. (2012) Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 9(1), 54-70.
11. Eder, María Laura, & Adúriz-Bravo, Agustín (2008) La explicación en las ciencias naturales y en su enseñanza: aproximaciones epistemológicas y didácticas. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 4(2),101-133.
12. Escamilla, A. (1993). *Unidades Didácticas: Una Propuesta de Trabajo en el Aula*. Edelvives.
13. España, E. & Prieto, T. (2010) Problemas socio-científicos y enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Universidad de Málaga*.



Pontificia Universidad Católica de Chile

Facultad de Educación

Autoras: Isidora Carreño y Macarena Toro

Profesores Guías: Lorena Barrientos y Mario Quintanilla

14. Fundación Aquae (2021) Contaminación del aire: causas y tipos. Recuperado de: <https://www.fundacionaquae.org/wiki/causas-y-tipos-de-la-contaminacion-del-aire/>
15. Furió-Mas, C. y Domínguez-Sales, C. (2007) Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico. *Enseñanza de las ciencias*, 25(2), 241-258.
16. Gómez, A. (2006) Construcción de explicaciones científicas escolares. *Revista Educación y Pedagogía*, 45(18).
17. González, I. (2021). Así se mide el dióxido de azufre: el gas clave para conocer la evolución del volcán de La Palma. *España: El Español*.
18. Instituto para la salud geoambiental (s/f) El dióxido de azufre SO<sub>2</sub>. Recuperado de: <https://www.saludgeoambiental.org/dioxido-azufre-so2/>
19. Iturra, M., Mallea, J., Quintanilla, M., Chen, Y., Herrera, A. (2021) Explicaciones escolares respecto al concepto reactivo limitante. *Educación Química*, 32(4).
20. Izquierdo, M. (1994) La "V" de Gowin. Un instrumento para aprender a aprender (y a pensar) Alambique. [Versión electrónica].
21. Malvaez, O., Labarrere, A. y Quintanilla, M. (2018) ¿Cómo piensan la noción de desarrollo de los estudiantes, los profesores de ciencia en ejercicio de la Enseñanza Media Obligatoria? *Enseñanza de las ciencias*, 36(3).
22. Martínez, L. (2014) Cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores de ciencias: aportes y desafíos. *Revista Facultad de Ciencias Tecnológicas (Bogotá)*, 36.
23. Ministerio de educación. (2007). Química. *Argentina: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación*. Recuperado de: <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL002687.pdf>
24. Moriana, L. (2018) Contaminación atmosférica: causas, consecuencias y soluciones. *Ecología verde*. Recuperado de: <https://www.ecologiaverde.com/contaminacion-atmosferica-causas-consecuencias-y-soluciones-1247.html>



Pontificia Universidad Católica de Chile

Facultad de Educación

Autoras: Isidora Carreño y Macarena Toro

Profesores Guías: Lorena Barrientos y Mario Quintanilla

25. Murillo, J. A. y Martínez, C A. (2014). Habilidades de pensamiento social: Describir, explicar, interpretar y argumentar en el aula. *Itinerario Educativo*, (64), 108-125.
26. Pherson, M. y Hernández, P. (s/f) La educación ambiental en la enseñanza de las ciencias. Recuperado de: <http://www.bio-nica.info/biblioteca/mcpherson-educacionambiental.pdf>
27. Rezagos (2021) Disminución de la huella de carbono. Recuperado de: <https://www.rezagos.com/disminucion-de-la-huella-de-carbono.html>
28. Sutton, C. (2003). Los profesores de ciencias como profesores de lenguaje. *Enseñanza de las ciencias*, 21(1), 21-25.
29. Torres, R. (2022). Emisiones de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>). *Chile: Biblioteca del Congreso Nacional*. Recuperado de: [https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/33431/1/Normas\\_Internacionales\\_para\\_las\\_Emisiones\\_de\\_Dioxido\\_de\\_Azufre.pdf](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/33431/1/Normas_Internacionales_para_las_Emisiones_de_Dioxido_de_Azufre.pdf)

## 17. Anexos

### Anexo 1: Instrumento KPSI

El objetivo de este instrumento de evaluación es **diagnosticar e identificar** tus conocimientos acerca de sustancias químicas y cambio climático. Este instrumento **no será evaluado** con una calificación.

Te sugiero que contestes con honestidad y calma. Selecciona una de las 4 categorías que se incluyen a continuación y marca con una "X" frente a cada enunciado, lo que reflejará, en parte, lo que piensas en cada caso. Luego, en la siguiente columna responde a la pregunta del enunciado, explicando el cómo desarrollarían esta idea, utilizando todos los conocimientos que tengas sobre el tema.



<b>Categoría</b>	<b>Descriptor</b>
1	Lo puedo explicar a mis compañeros/as
2	Lo comprendo, pero no lo sabría explicar
3	No lo comprendo del todo
4	No tengo conocimientos de este concepto

Tabla N°17: Categorías instrumento KPSI

<b>Enunciado</b>	<b>Contenido</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Explicación</b>
<b>1</b>	¿Qué son los gases de efecto invernadero?					
<b>2</b>	¿Por qué las erupciones volcánicas son consideradas como una causa del cambio climático?					
<b>3</b>	¿Qué es una sustancia química?					
<b>4</b>	¿Qué es y cómo se produce el dióxido de azufre?					

Tabla N°18: Enunciados instrumento KPSI



Anexo 2: V de Gowin del equipo 2

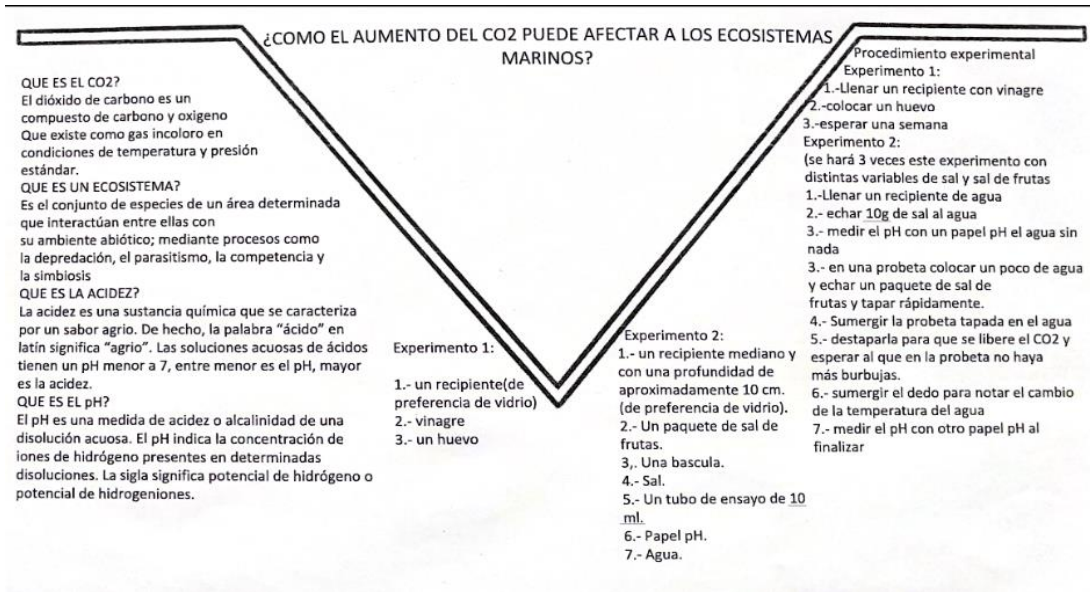


Imagen 7: V de Gowin del equipo "Contaminación del agua"

Anexo 3: V de Gowin del equipo 3

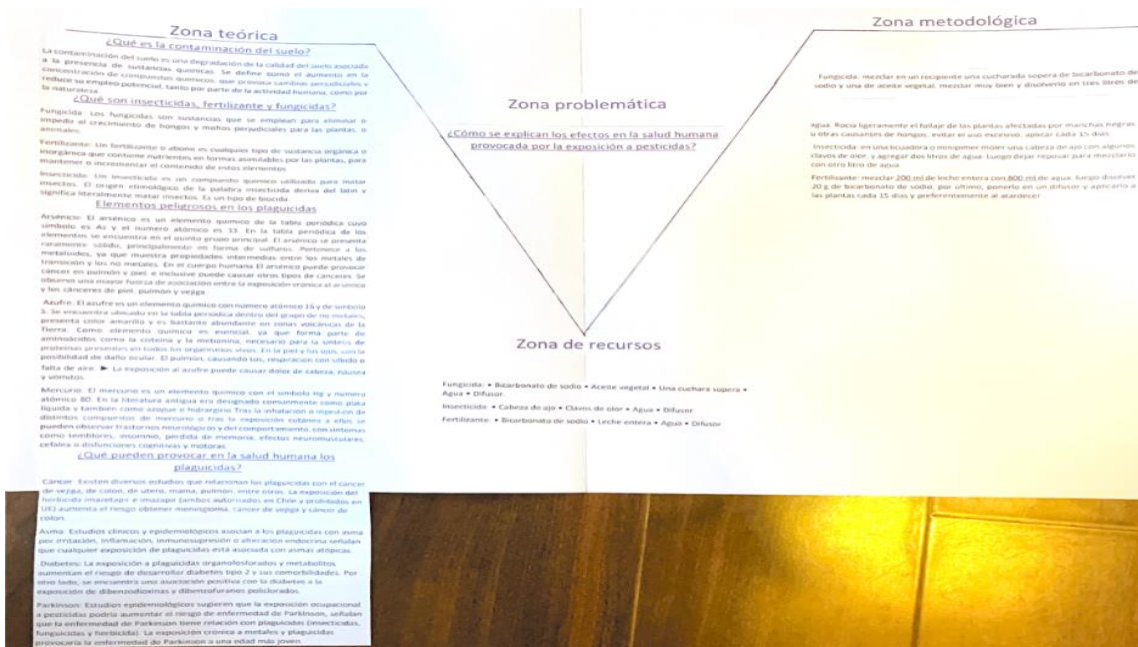


Imagen 8: V de Gowin del equipo "Contaminación del suelo"



#### Anexo 4: Pauta de evaluación avance proyecto científico

- I. Completar la evaluación indicando si se cumplen, no se cumplen o se cumplen medianamente los criterios expuestos

Criterio	No se cumple (1 pts)	Se cumple medianamente (2 pts)	Si se cumple (3 pts)
Presentan la temática que van a abordar en forma de pregunta problema.			
Explican la problemática que van a abordar.			
Justifican la elección de la problemática y sus motivaciones personales.			
Presentan un marco teórico donde se definen los conceptos principales y los conocimientos químicos necesarios para abordar la problemática.			
Plantean el procedimiento experimental, definiendo paso a paso lo que se va a realizar.			
Indican los recursos que necesitarán para realizar su proyecto, tanto reactivos como materiales de laboratorio.			
Utilizan un lenguaje adecuado (formal) y un vocabulario científico pertinente.			
La presentación digital (ppt o canva) presenta una buena redacción y no tiene faltas de ortografía			

Tabla N°19: Criterios pauta de evaluación de avance del proyecto científico



### Anexo 5: Lista de cotejo feria científica

Cada ítem equivale 1 punto

#### Ítem I: Aspectos formales y técnicos (3 puntos)

Ítems e Indicadores	sí	no
El stand del grupo presenta afiche/infografía, recuerdos, trípticos, el experimento o modelo, resultados del experimento, decoración.		
El grupo presenta vestimenta formal (bajo las normativas del colegio) acorde al rol que se asignaron		
El grupo respeta los roles asignados (Expositores y realizadores del procedimiento experimental)		

Tabla N°20: Indicadores de los aspectos formales y técnicos para evaluar la feria científica

#### Ítem II: Aspectos científicos (6 puntos)

Ítems e Indicadores	sí	no
El stand se muestran los resultados de manera escrita o visual de los experimentos – El stand se muestra el modelo o maqueta que explica el tema asignado al grupo.		
Las y los expositores hablan sobre su experimento, utilizando el marco teórico, el problema de investigación, los objetivos, la metodología y los resultados.		



<b>Las y los expositores entregan información desde los aspectos generales hacia los aspectos específicos</b>		
<b>Las y los expositores explican los materiales y los procedimientos utilizados en su investigación (En caso de ser modelo, explicar la creación y funcionamiento del modelo)</b>		
<b>Las y los expositores explican los resultados de su investigación, ya sea de manera presencial, de manera escrita y/o visual</b>		
<b>La conclusión de la presentación debe responder a la problemática inicial</b>		

Tabla N°21: Indicadores de los aspectos científicos para evaluar la feria científica

**Ítem III: Aspectos comunicativos (6 puntos)**

<b>Ítems e Indicadores</b>	<b>sí</b>	<b>no</b>
<b>Utilizan un lenguaje culto formal y un vocabulario pertinente al tema de exposición.</b>		
<b>Se expresa con dominio del tema presentado, con seguridad y convicción.</b>		
<b>Utiliza un tono y volumen de voz adecuado ante la audiencia.</b>		
<b>Emplea gestos, contacto visual y un nivel de entusiasmo, manteniendo la atención del público.</b>		
<b>Explican claramente el procedimiento experimental (modelo o maqueta), su demostración y sus resultados.</b>		



Pontificia Universidad Católica de Chile  
Facultad de Educación  
Autoras: Isidora Carreño y Macarena Toro  
Profesores Guías: Lorena Barrientos y Mario Quintanilla

<b>Concluyen retomando el tema, sintetizando su investigación y experimentación.</b>		
--	--	--

Tabla N°22: Indicadores de los aspectos comunicativos para evaluar la feria científica

#### Ítem IV: Aspectos visuales (5 puntos)

<b>Ítems e Indicadores</b>	<b>sí</b>	<b>no</b>
La decoración y recuerdos del stand es acorde con el tema del grupo		
La decoración y recuerdos utilizada en el stand es limpia y prolija		
La decoración y recuerdos utilizada en el stand es creativa (Dibujado, pintado, modelado, creado)		
Las imágenes utilizadas son claras y definidas		
La decoración y recuerdos presentan título		

Tabla N°23: Indicadores de los aspectos visuales para evaluar la feria científica



### Anexo 6: Fotografías de la maqueta (feria científica)



Imagen 9: Maqueta volcán presentado en la feria científica

### Anexo 7: Fotografía alumnas en la feria científica



Imagen 10: Ocho de los doce estudiantes del curso de tercero medio en la feria científica



### Anexo 8: Autoevaluación y coevaluación del proceso vivido

Nombre:

Curso:

¿Cómo me sentí con el trabajo que realicé en mi equipo?

¿Cómo fue el trabajo que realizó el resto de mi equipo?

¿Me sentí satisfecho/a con el producto final de mi trabajo?

Imagen 11: Autoevaluación y coevaluación del proceso vivido

### Anexo 9: Explicaciones finales del equipo 2

Estudiante: Nombre Ficticio	Explicación problemática: ¿Cómo se explican los efectos en la salud humana provocados por la exposición a plaguicidas?
Estudiante 1: María José	<i>“Se explica por el simple hecho que los plaguicidas sintéticos contienen mercurio, arsénico y azufre que ha provocado 25 millones de envenenamientos por mal uso de plaguicidas en agrícolas, las enfermedades que provocan en nosotros son: diabetes, Parkinson, cáncer y asma a muy corta edad. Para esto nosotras hicimos fertilizantes, fungicidas e insecticidas naturales que no contaminan y funcionan mejor que los</i>



	<i>artificiales”.</i>
Estudiante 9: Sofía	<i>“Los explicamos de una manera simple y fue que en Chile mueren aproximadamente 2.000 personas gracias a los pesticidas procesados ya que son tóxicos y esto produce enfermedades como cáncer, asma, Parkinson y diabetes; por esto nos preocupamos y decidimos crearlos pero naturalmente. Hice fungicida con bicarbonato, aceite y agua, completamente natural, pero lo natural no le quita lo tóxico, por esto esta prohibido ingerirlo, pero si evita la muerte provocada por los pesticidas.</i>
Estudiante 12: Pilar	<i>“Nosotras respondimos a esta pregunta de manera un poco más concisa, aún tratando de explicar todo pero de manera que todos los alumnos y apoderados nos pudieran entender. Explicamos que los pesticidas artificiales hacen mucho daño a la salud, de hecho entre los daños que causa esta el cáncer, Parkinson, diabetes y asma, entre otros, en los lugares donde han habido más cantidades de plantíos y cosas así es donde más se contaminan y se ha visto que los trabajadores se han enfermado mucho y han tenido muchos problemas de salud.</i>

Tabla N°24: Explicaciones finales del equipo 2

### Anexo 10: Explicaciones finales del equipo 3

Estudiante: Nombre Ficticio	Explicación problemática: ¿Cómo el aumento del CO <sub>2</sub> puede afectar a los ecosistemas marinos?
Estudiante 3: Haideé	<i>“El aumento del CO<sub>2</sub> afecta a los ecosistemas marinos de muchas maneras, como el pH, ya que cambia la temperatura de su ecosistema marino. Cabe decir que el calcio del mar también es afectado por el CO<sub>2</sub> (debido a su aumento) y lo que sucede con el calcio es que es degradado por el medio ácido”.</i>



<p>Estudiante 5: Alberto</p>	<p><i>“Afecta de muchas maneras tales como:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li><i>• El pH: volviéndolo más ácido (pH&lt;7)</i></li><li><i>• La temperatura: Se vuelve más frío debido a la concentración de CO<sub>2</sub></i></li><li><i>• El calcio: Es degradado por el medio ácido</i></li></ul> <p><i>Estos 3 puntos afectan mucho a los organismos, algunos no soportan el cambio de pH, la temperatura o puede que degrade el calcio expuesto de estos organismos”.</i></p>
<p>Estudiante 10: Ana María</p>	<p><i>“El CO<sub>2</sub> afecta de forma grave a los animalitos, les desmineraliza el calcio en sus corazas o les afecta en su “piel”, además esto lograría que nosotros no pudiéramos consumir cosas provenientes del mar.</i></p> <p><i>Afecta a todo el ecosistema marino, animales, vegetación marina, corales, etc., ya que los acidifica”.</i></p>
<p>Estudiante 11: Susana</p>	<p><i>“El aumento de CO<sub>2</sub> afecta a los sistemas marinos, en especial a las especies que dependen de un caparazón, porque el aumento de CO<sub>2</sub> aumenta el ácido del ecosistema y provoca que se deterioren los caparazones porque tienen calcio”.</i></p>

Tabla N°25: Explicaciones finales equipo 3