

## El Aire: Más que sólo un soplo invisible. Representaciones de estudiantes secundarios

**Ximena Carrasco**

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso  
ximena.carrasco.r@mail.pucv.cl

### Resumen

El aire, un elemento esencial pero intangible, se representa de diversas maneras en la educación. Un estudio de imágenes en textos educativos y percepciones estudiantiles muestra una dualidad en su conceptualización: una perspectiva microscópica y otra macroscópica. Microscópicamente, se ilustra mediante moléculas y átomos, destacando su composición química y su papel en procesos como la respiración y la combustión. Los estudiantes visualizan el aire como partículas diminutas en interacción constante. Macroscópicamente, se presenta como un manto envolvente de la Tierra, vinculado a fenómenos climáticos y la presión atmosférica. Esta perspectiva hace que los estudiantes lo vean como un elemento omnipresente, crucial para la vida y fenómenos como la lluvia y el viento. El análisis en el contexto chileno revela tres tendencias: la mayoría de las representaciones son macroscópicas, con paisajes y atmósferas estáticas; estas imágenes carecen de un alto grado de iconicidad, lo que impide alcanzar competencias representacionales avanzadas; y generan concepciones erróneas en estudiantes, especialmente en la distinción entre partículas de aire y contaminantes. Solo el 9% de los estudiantes muestra una comprensión integrada de ambos niveles de representación. La investigación busca concienciar a docentes sobre la importancia de usar imágenes adecuadas, resaltar la relevancia del concepto en el aprendizaje, y presentar análisis de recursos educativos chilenos. Propone dos actividades didácticas para mejorar la enseñanza de ciencias, fomentando un aprendizaje interdisciplinario y el desarrollo de habilidades y actitudes científicas en los estudiantes.

**Palabras clave:** Aire, imágenes, modelos, modelización, competencias representaciones, iconicidad.

### Introducción

La enseñanza de las ciencias, a través de las actuales Bases Curriculares chilenas están centrados en el aprendizaje que los estudiantes deben adquirir en ciencias, considerando conocimientos, habilidades y actitudes (Marzábal & Merino, 2021). La importancia de la investigación científica promueve, desde el docente, una serie de actividades a desarrollar por parte de los estudiantes que tienen directa relación con sus experiencias directas a través de metodologías y procesos de investigación que están relacionados al aprendizaje en ciencias robusteciendo un cuerpo importante de conceptos significativos en la comprensión de ésta, por lo cual el aprendizaje de las ciencias implica entender los lenguajes que le son propios de ella (Chamorro et al., 2013).

El desarrollo de habilidades y la comprensión, apropiación y aplicación de los lenguajes de la ciencia por parte del estudiante son necesarias y contribuyen en una mayor comprensión de diferentes conceptos, relaciones, aplicaciones y formas de representación, por ejemplo, a

través de modelos y modelización (Chamizo, 2013; Justi & Gilbert, 2002). La diversidad de modos representacionales deben tomarse en consideración por los profesores de ciencias, ya que, desarrollan en los estudiantes habilidades de pensamiento crítico, de observación, de comprensión y análisis importantes en la comprensión de entidades, fenómenos y procesos de las disciplinas científicas, en especial para crear ambientes de aprendizaje positivos, significativos y mediados por la tecnología (Justi & Gilbert, 2002; Órdenes et al., 2014).

Comprender los niveles de representación en ciencias permite a los estudiantes alcanzar una alfabetización científica que sea práctica y funcional y que a la vez les permita desarrollar habilidades científicas, tomando en consideración las habilidades necesarias y requeridas para el ciudadano del siglo XXI (Cope & Kalantzis, 2015; Griffin & Care, 2014). El uso de modelos y modelización a través de representaciones proveen la visualización de entidades y fenómenos que pueden ser inaccesibles a simple vista, no enseñar o no hacer evidente su uso y aplicación en los contextos de la ciencia, puede generar que los estudiantes presenten dificultades al aplicar ciertos conocimientos en contextos de la vida real, especialmente, donde nos basamos en generalizaciones y abstracciones al reconstruir experiencias del mundo natural (Chamorro et al., 2013; Johnston 1991; Justi & Gilbert, 2002).

Las representaciones gráficas, a través de imágenes o ilustraciones han sido y son de gran importancia para el desarrollo de la sociedad humana, ya que con ellas se construye y reconstruye la idea de realidad (Carrasco & Martínez, 2014; Grilli et al., 2015; Höffler & Leutner, 2007; Perales Palacios, 2006), siendo de vital importancia como apoyo de los aprendizajes en ciencias, los cuales está insertos en textos escolares y actividades como apoyo visual en la comprensión de un texto científico. Lo anterior, ha sido un cuerpo de desarrollo de la Didáctica de las Ciencias, en donde se considera esta representación de la realidad natural, como el dibujo, la imagen o ilustración, una entidad relacional, entre dibujar-observar, dibujar-recordar, dibujar-comunicar y dibujar-modelizar, y que al ser un recurso didáctico, de forma iconográfica, puede ayudar a elevar y expandir el conocimiento científico (Carrasco & Martínez, 2014; Grilli et al., 2015; Kozma y Russell, 2005).

Investigar las representaciones de los estudiantes sobre el aire es crucial por varias razones, tanto educativas como sociales y ambientales:

1. Identificar Concepciones Erróneas: Los estudiantes a menudo llegan al aula con nociones preconcebidas sobre muchos conceptos, basadas en sus experiencias diarias, cultura, o información recibida de fuentes no educativas. Al entender sus representaciones iniciales, los educadores pueden identificar y abordar conceptos erróneos, facilitando el aprendizaje efectivo (Gilbert & Watts, 1983; Perales Palacios, 2006; Palacios & de Dios Jiménez, 2002).
2. Diseño de Estrategias Pedagógicas: Entender cómo los estudiantes visualizan y comprenden el aire permite a los educadores diseñar estrategias pedagógicas más efectiva. Una enseñanza basada en la comprensión previa del estudiante puede resultar en un aprendizaje más significativo y duradero (Chamorro et al., 2013).
3. Importancia Ambiental: El aire es esencial para la vida y está estrechamente relacionado con cuestiones ambientales actuales como el cambio climático, la contaminación y la calidad del aire. Una comprensión adecuada y profunda de este

recurso por parte de los estudiantes es fundamental para generar ciudadanos conscientes y comprometidos con el medio ambiente (Chamorro et al., 2013).

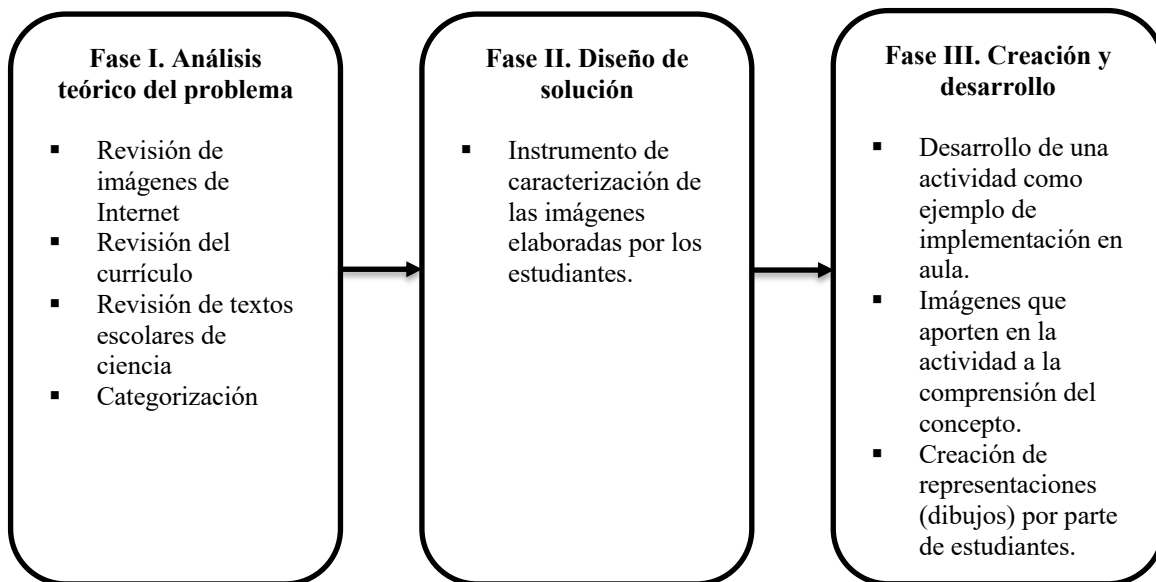
4. Fomentar la Curiosidad Científica: Entender las representaciones de los estudiantes sobre conceptos abstractos como el aire puede proporcionar insights sobre cómo se aproximan a otros temas científicos. Esta información puede ser útil para cultivar una actitud de curiosidad y exploración científica entre los estudiantes (Perales Palacios, 2006).
5. Conexión con Otras Disciplinas: El aire, aunque es un concepto predominantemente científico, también tiene relevancia en la literatura, historia, arte y otras disciplinas. Comprender las representaciones de los estudiantes puede ayudar a establecer conexiones interdisciplinarias en la educación (Grilli et al., 2015; Kozma y Russell, 2005; Palacios & de Dios Jiménez, 2002).
6. Desarrollo de Pensamiento Crítico: Al desafiar y expandir las representaciones existentes de los estudiantes sobre el aire, se les anima a pensar críticamente, a cuestionar sus propias creencias y a estar abiertos a nuevas ideas y conocimientos (Chamorro et al. 2013; Kozma y Russell, 2005; Palacios & de Dios Jiménez, 2002).

En resumen, analizar las representaciones de los estudiantes acerca del aire no solo brinda perspectivas valiosas para la educación científica, sino que también contribuye a la formación de ciudadanos informados, conscientes y responsables. Esto es crucial en un contexto global donde los asuntos relacionados con el aire y el medio ambiente son de vital importancia.

En relación con esto, nuestro trabajo adoptó un enfoque investigativo para explorar conceptos esenciales que los estudiantes deberían dominar. Se optó por el modelo corpuscular del aire como núcleo temático, con el propósito de evidenciar las concepciones previas de los estudiantes a través de sus dibujos. Estas ilustraciones sirven como punto de partida para desarrollar intervenciones pedagógicas que favorezcan la comprensión de los modelos corpusculares y del concepto de aire. Este último es fundamental para entender diversos fenómenos físicos y químicos, tales como la presencia de gases en el aire, procesos de disolución, respiración, contaminación atmosférica, vacío, propiedades luminosas en la atmósfera, ciclos de la materia, entre otros, que vinculan de forma interdisciplinaria a las ciencias (Grilli et al., 2015; Kozma y Russell, 2005; Palacios & de Dios Jiménez, 2002). En una primera instancia se analizaron imágenes de Internet, de textos de ciencias y del Currículum Nacional chileno a través de una adaptación (respecto a que se adapta solo para imágenes o imágenes con texto sobre la imagen) de la clasificación de Palacios y de Dios Jiménez, (2002). Finalmente, basándonos en los criterios de Kozma y Russell (2005), clasificamos los dibujos realizados por los estudiantes. El objetivo ulterior de estas exploraciones de representaciones en esta investigación, fue crear dos actividades secuenciadas, que permitan la comprensión fundamental y estructurante del concepto por parte de los y las estudiantes y que se trabaje de forma grupal, mediada por el o la docente, con imágenes o representación gráfica alineada con las expectativas literarias, fomentando, a su vez, la creación propia de imágenes por parte de los y las estudiantes. Estas imágenes, deben aportar en, representar adecuadamente el modelo corpuscular, potenciando así la comprensión de la naturaleza corpuscular de la materia en estudiantes de nivel secundario, aportando al conocimiento, los modos de representación del conocimiento científico, la alfabetización visoespacial, promover la comprensión de las ciencias, entre otros aspectos pedagógicos y didácticos.

## Planificación

En esta sección, se entregarán detalles del rol que cumplen las imágenes como representaciones y su visualización a través de modelos y modelización, desde el sentido que una imagen apoya y tributa al aprendizaje de los conceptos, entidades, fenómenos y procesos en ciencias que no son fácilmente observables a simple vista (Chamizo, 2013; Justi & Gilbert, 2002; Merino & Izquierdo, 2011). Esta investigación se realizó en tres fases (Figura 1), detalladas en los apartados siguientes relacionadas al concepto de aire y las imágenes representacionales y modelos asociados al concepto: a) en Internet, b) libros de texto escolares de ciencia y c) Currículum Nacional (Fase I); las imágenes elaboradas por estudiantes con el concepto de aire (Fase II); y la creación de una actividad con imágenes creadas para fomentar el interés y la curiosidad, que también tiene como objetivo la creación de dibujos (representaciones) por parte de los y las estudiantes, que cumplan con los criterios específicos en torno a la creación de imágenes y las competencias representacionales para el concepto de aire (Fase III).



**Figura 1.** Fases de la investigación.

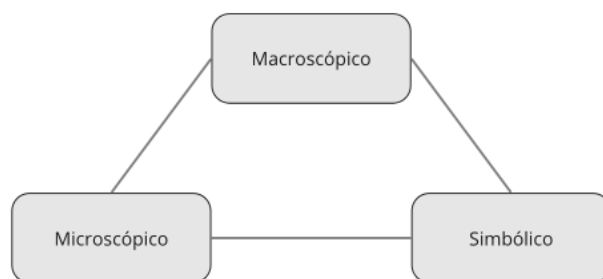
### Fase I. Análisis teórico del problema

Es importante considerar que el concepto de aire es abordado desde 1° básico a 2° Medio en el Currículum Nacional chileno, donde el alineamiento curricular está caracterizado principalmente dentro del tópico de Educación Ambiental y es transversal e interdisciplinario a dos ejes: Ciencias Naturales (química, física y biología) e Historia, Geografía y Ciencias Sociales. En esta fase nos centramos solo en las imágenes asociadas al concepto de aire en Ciencias Naturales desde 7° básico a 2° medio y en 3° y 4° medio con el curso de Ciencias para la Ciudadanía, en el módulo de Ambiente y Sostenibilidad, con la finalidad de dar cuenta de la importancia de problematizar el concepto dentro de una o más representaciones visuales (imágenes) que de manera significativa deben acompañar el conocimiento del profesor en el sentido de hacer explícito el modelo teórico en el cual subyace el concepto, que permita la

convergencia hacia la comprensión de otros conceptos, fenómenos y procesos asociados a él y que garantice la coherencia del proceso de enseñanza aprendizaje especialmente desde lo determinado por los documentos oficiales que acompañan el proceso.

Desde lo anterior, es importante recalcar que para el análisis tanto de las imágenes de Internet, del currículo y de los libros de texto en ciencias, fue necesario respaldarlo con un marco teórico-conceptual-estructural que fuera determinante a la hora de brindar una explicación de la problemática de la enseñanza aprendizaje del concepto, de las concepciones erróneas que existen de él y la problemática curricular que genera, y sustentar luego el análisis de las imágenes (dibujos) realizados por las y los estudiantes de 1º medio en la dinámica de una primera aproximación a las concepciones de los estudiantes en torno al concepto del aire, que resulte en un aprendizaje inicial de las conjunciones interdisciplinarias asociadas a él.

Un primer acercamiento a la problemática, que de manera general se puede asociar a las imágenes en el aprendizaje y enseñanza de las ciencias, corresponde a la coherencia e intencionalidad que se les da a ellas en el uso de modelos como proceso de modelización a través de los niveles de representación que son característicos a las ciencias (Johnston, 1991), en el cual la importancia de ellos radica en las diferentes maneras de abordar conceptos, fenómenos y procesos desde estos tres niveles y captar de mejor manera la información que de ellos emana y que deben poder ser aplicables incluso en la construcción de imágenes como método visoespacial complementario a la explicación escrita. Transitar por los tres niveles de representación es un desafío más que la enseñanza aprendizaje nos exige como docentes y no debe estar exenta incluso en la o las imágenes elegidas para enseñar ciencias (Figura 2).



**Figura 2.** Triángulo de Johnstone que representa los tres niveles de representación característicos de la química. (Johnstone, 1991).

Además de considerar que la imagen es parte constituyente de los modos de representación propios de la ciencia, es importante también considerar que las imágenes son parte de la construcción cultural y social, utilizada constantemente por docentes y estudiantes, formando parte primordial, y a veces excesivo, en libros de texto, actividades y presentaciones de clases, por lo que se les debe prestar la atención, la valoración y considerar las mejoras a través de sus propios atributos para la contribución en el apoyo y representación del conocimiento científico que se desea enseñar y aprender (Grilli et al., 2015; Kozma y Russell, 2005; Palacios & de Dios Jiménez, 2002).

Algunos criterios generales que emergen de investigaciones en torno a lo esperado de las imágenes a crear, o utilizar, ya sea desde docentes, ilustradores, de libros de texto, Internet y de la construcción propia del estudiante, son las siguientes:

Las imágenes deben ser:

- Verificables, deben concordancia con los hechos particulares (Carrasco & Martínez, 2014)
- De alto grado de iconicidad (opuesto a la abstracción, a mayor iconicidad, más se confunde con la realidad, mayor parecido con la misma) (Carrasco & Martínez, 2014; Palacios & de Dios Jiménez, 2002)
- Que logre establecer un valor de comunicación con el mundo (y texto) (Chamorro et al. 2013; Kozma y Russell, 2005; Perales Palacios, 2006; Palacios & de Dios Jiménez, 2002)
- Que sea interpretable (fenómenos) y diferenciable (Carrasco & Martínez, 2014; Palacios & de Dios Jiménez, 2002).
- Que tenga caracteres significativos (acentuación en caracteres significativos, elementos simbólicos o estructurales) (Chamorro et al. 2013; Grill et al., 2015; Kozma y Russell, 2005; Perales Palacios, 2006; Palacios & de Dios Jiménez, 2002).
- Criterio motivacional, atractiva y direccionada (Chamorro et al. 2013; Perales Palacios, 2006; Palacios & de Dios Jiménez, 2002)
- Que optimice el aprendizaje (Perales Palacios, 2006; Palacios & de Dios Jiménez, 2002)
- Que sea un facilitador del aprendizaje (Chamorro et al. 2013; Perales Palacios, 2006; Palacios & de Dios Jiménez, 2002)
- Con nivel de detalle que depende de la especificidad del tema; nivel de complejidad; nivel de organización, el nivel en el que se aplicará, entre otras (Chamorro et al. 2013; Palacios & de Dios Jiménez, 2002)
- Lo estático o dinámico de las imágenes (Palacios & de Dios Jiménez, 2002)

El análisis de las imágenes en el currículum de ciencias y de libros de texto se realizaron a través de las categorías taxonómicas de ilustraciones de ciencia para libros de texto de educación secundaria de Palacios y de Dios Jiménez (2002), en la cual, a través de generalidades y no en el detalle, nos remitimos a las características científico-didácticas propuestas por los autores antes mencionados. La siguiente Tabla 1 muestra estas categorías.

**Tabla 1.** Categorías de análisis de Palacios y de Dios Jiménez, 2002 (Adaptación propia)

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
1. Función de la secuencia didáctica en la que se encuentran las ilustraciones o imágenes	En qué momentos del texto son utilizadas, cuál es su finalidad (para qué son usadas),
2. Iconicidad	Observar el grado de complejidad de las imágenes
3. Funcionalidad de las imágenes	Lo que se puede hacer con las imágenes
4. Etiquetas verbales	Texto incluido en la imagen
5. Contenido científico que las sustenta	Caracterización mecánica de lo que es representado por la imagen

Las subcategorías establecidas para cada una de las categorías de análisis de la Tabla 1, se presentan en el Anexo 1, Tablas 11, 12 y 13 en los apartados siguientes solo se dispuso su análisis y resultados.

Basándonos en los niveles de representación, en la taxonomía presentada anteriormente y en criterios generales, se analizaron las imágenes con respecto al concepto de aire en imágenes de Internet; el currículum chileno de ciencias y en los libros de textos de ciencia asociado al concepto y las representaciones de los y las estudiantes se analizaron según los criterios de Kozma y Russel (2005).

### ***Sobre las imágenes en Internet***

El gran impacto que causa Internet y los dispositivos móviles en los estudiantes y la población en general, con la infinita e imponente información que es entregada, permite que en relación al tema de las imágenes, con los conceptos, fenómenos y procesos que se “muestran” a través de los buscadores, sean también considerados en nuestro análisis, ya que la mayoría de las imágenes que se crean, circulan y se reciben por la población en general, no cuentan con las consideraciones necesarias del rigor científico que de ellas debiera emerger.

Muchas de las imágenes son obtenidas a través de una diversidad de enfoques, por ejemplo, buscadores (como imágenes estáticas, reels de Instagram, Youtube, Google Images), por ello, en esta investigación es motivo de análisis. Así en este análisis se empleará la taxonomía de Palacios y de Dios Jiménez, (2002), adaptada solo a imágenes y textos o símbolos sobre las imágenes, pero no se incluirá la categoría 4, relacionada a la categoría que tiene relación al texto principal, ya que solo se realiza el análisis para las imágenes, para relevar las características que nacen de las imágenes analizadas.

A través de las categorías de análisis expuestas en la Tabla 1 y las categorías individuales de cada categoría principal, que se encuentran en el Anexo 1, el análisis de algunos ejemplos de imágenes más recurrentes en Internet es la siguiente (Tabla 2). En el Anexo 2, Tabla 15, se muestran más imágenes que pertenecieron al análisis, pero solo se seleccionaron las más representativas a nuestro parecer.

**Tabla 2.** Categorías de análisis para imágenes de Internet, con observaciones para categoría de forma individual relacionada con cada imagen ((Fuente: Pixabay, Getty Images, Google Images. Adaptada de Palacios & de Dios Jiménez, 2002).

De Internet	Categorización y Observaciones de cada categoría
<p style="text-align: center;"><u>Imagen 1</u></p>	<p><i>1. Función de la secuencia didáctica donde aparecen las ilustraciones</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Evocación:</b> Hecho cotidiano, que implica mirar el cielo y asociarlo al aire, concepto conocido por el estudiante.</li> <li>• <b>Definición:</b> No se establece el significado de un término nuevo en el contexto teórico.</li> </ul>



<https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia-nuclear/preguntas-y-respuestas/sobre-energia-nuclear-y-medio-ambiente/el-cambio-climatico-y-la-calidad-del-aire/>

- **Aplicación:** No extiende ni consolida una definición.
- **Descripción:** Es un concepto general cotidiano, pero no permite aportar dentro del contexto.
- **Interpretación:** No existen pasajes explicativos, ni descripción de relaciones.
- **Problematización:** No se plantean interrogantes no retóricos que no pudieran resolverse con los conceptos ya definidos.

#### 2. Grado de Iconicidad

Es de un **grado de iconicidad pobre**, que no establece grados de creciente de simbolización.

#### 3. Funcionalidad de las Imágenes

Es **Inoperante**, no aporta elementos utilizables, solo cabe observarla.

#### 4. Etiquetas verbales

Sin etiquetas, Ilustración que depende de un texto no ilustrado para su explicación, el cual no posee.

#### 5. Contenido científico que las sustenta

No representan ningún contenido científico esperado.

#### Nivel de representación

Macroscópico

Imagen 2



<https://www.pinterest.es/pin/632122497716665754/>

#### 1. Función de la secuencia didáctica donde aparecen las ilustraciones

- **Evocación:** No hace referencia a un hecho cotidiano, no se puede conocer si el estudiante conoce la composición del aire.
- **Definición:** Se establece el significado de un término nuevo en el contexto teórico.
- **Aplicación:** Extiende y es posible consolidar una definición.
- **Descripción:** Es un concepto general no cotidiano, desconocido por el estudiante aportando en un contexto necesario.
- **Interpretación:** No existen pasajes explicativos, ni descripción de relaciones.
- **Problematización:** No se plantean interrogantes no retóricos que no pudieran



resolverse con los conceptos ya definidos.

### 2. Grado de Iconicidad

Es de un **grado de iconicidad bajo**, establece ciertos grados de simbolización, pero no permite su comprensión por sí sola. Lejos de la realidad.

### 3. Funcionalidad de las Imágenes

**Sintácticas**, ya que, contiene elementos o símbolos cuyo uso exige el conocimiento de normas específicas (conocimiento de nombres y fórmulas químicas).

### 4. Etiquetas verbales

Sin etiquetas, Ilustración que depende de un texto no ilustrado para su explicación, el cual no posee.

### 5. Contenido científico que las sustenta

A pesar de que existen símbolos representativos, pero no presentan interacciones ni representan la parte de un todo.

### Niveles de Representación

Simbólico

### 1. Función de la secuencia didáctica donde aparecen las ilustraciones

- **Evocación:** Hecho cotidiano, que implica mirar la ciudad e industrias y asociarlo al aire, conocido por el estudiante.
- **Definición:** Se establece el significado de un término nuevo en el contexto teórico (la representación a través de simbología de las partículas contaminantes en la atmósfera).
- **Aplicación:** Podría extender ni consolida una definición.
- **Descripción:** Es un concepto general cotidiano, que permite aportar parcialmente dentro del contexto (Contaminación).
- **Interpretación:** No existen pasajes explicativos, pero sí, descripción de relaciones.
- **Problematización:** No se plantean interrogantes no retóricos que no pudieran resolverse con los conceptos ya definidos.

### 2. Grado de Iconicidad

Es de un **grado de iconicidad medio**, que establece ciertos grados de simbolización.

Imagen 3



[https://www.freepik.es/vector-gratis/cartel-contaminacion-aire-automoviles-fabrica\\_7026452.htm](https://www.freepik.es/vector-gratis/cartel-contaminacion-aire-automoviles-fabrica_7026452.htm)

---

### 3. Funcionalidad de las Imágenes

**Sintácticas**, ya que, contiene elementos o símbolos cuyo uso exige el conocimiento de normas específicas (conocimiento de nombres y fórmulas químicas).

### 4. Etiquetas verbales

No tiene etiquetas, ya que, no tiene texto que asocie elementos de la imagen.

### 5. Contenido científico que las sustenta

A pesar de que existen símbolos representativos, que presentan interacciones o relaciones, pero no representan la parte de un todo, ya que no aparecen las partículas constituyentes del aire, solo la de contaminantes.

*Nivel de representación* Macroscópico – Microscópico – Simbólico.

---

La categorización anterior de las imágenes de la Tabla 2, nos ayudó a obtener, desde su análisis, distintas observaciones, las cuales se detallarán a continuación:

- En el caso de *Función de la secuencia didáctica donde aparecen las ilustraciones*;
  - **Evocación:** la mayoría de las imágenes hacen referencia a la experiencia en un hecho cotidiano, como en la imagen 1, mostrando siempre el cielo, algunas nubes, árboles, pasto, que relevan la concepción de que el aire solo debe estar compuesto de oxígeno, que sirve para el proceso de respiración de los seres vivos. También se muestra el cielo y algunas cosas simbólicas representativa del viento, por ejemplo, nubes (estático), pero que supone, muestra movimiento.
  - **Definición:** La mayoría de las imágenes analizadas, como la imagen 1, al buscar el concepto de aire, no establecen significados de términos nuevos en algún contexto teórico químico, solo aparecen sin símbolos ni significados propios.
  - **Aplicación:** La mayoría de las imágenes no son ejemplos consolidantes de una definición, como elemento particular, ni general. No refiere a conceptos o procesos químicos que puedan ser aplicados a un contexto de enseñanza-aprendizaje.
  - **Interpretación:** La mayoría, tampoco, refiere a pasajes explicativos utilizando conceptos teóricos para describir relaciones. No aparecen relaciones entre conceptos, fenómenos ni procesos químicos, el algunas pueden ser explicativas en parte, al referir elementos simbólicos relacionados a elementos macroscópicos, como en imagen 3, que, dentro de las imágenes analizadas y obtenidas desde los buscadores, es poco común encontrarlas.
  - **Problematización:** Desde las imágenes, mayoritariamente, no es posible problematizar directamente, ya que se debe contar con conceptos ya definidos, como elementos, compuestos químicos, tipos de contaminantes atmosféricos, presión atmosférica, presión, temperatura, contaminantes del aire, entre otras, que se suponen no conocidos por el estudiante.

- Para el caso del *grado de iconicidad*, se establece un bajo y muy pocas veces medio grado de iconicidad, no alcanzando, en lo analizado, a encontrar evidencias de que alguna imagen pertenezca a alguna categoría como *dibujo figurativo*, *dibujo figurativo más signos*, entre otros presentados en el Anexo 1, Tabla 11. Son imágenes realistas, no realistas o fotografías que no tienen un grado de simbolización (ejemplo, imagen 1), como por ejemplo relaciones de ciclos del agua, o del nitrógeno en relación a todos los componentes del aire, tampoco flechas que relacionen conceptos entre otras.
- Para la *funcionalidad de las ilustraciones*, la mayoría de las imágenes no aportan ningún elemento utilizable, solo se pueden observar, los niveles de representación están basados explícitamente en lo macroscópico o simbólico, al no contar con estas características no se pueden obtener conocimientos de conceptos, fenómenos o procesos por sí mismas.
- Para las *etiquetas verbales*, en la medida que se buscaron imágenes a través de la palabra “aire” o “qué es el aire”, solo se encuentran imágenes que no tienen etiqueta propia, incluso, al entrar a las páginas desde las cuales aparecen, se lee poco texto asociado al concepto, pero generalmente a través de estas imágenes se relaciona al concepto de “Contaminación Atmosférica” y no al concepto mismo visto desde el sentido químico elemental ni teórico.
- Para el *contenido científico que las sustenta*, el análisis es específico de esta temática, y no se relacionan las imágenes a representaciones o contenidos simbólicos que ayuden a la comprensión del concepto de aire por parte de los estudiantes, relacionado a entidades corpusculares microscópicas, a conceptos, entidades, procesos y fenómenos químicos que no son visibles a simple vista y que podrían estar representados en la imagen.

Cabe la atención mencionar, que muchas de las imágenes que se encontraron se representa al aire como caricaturas, solo relacionadas con una nube soplando, la cual, referido a este análisis, no aporta al conocimiento científico ni al aprendizaje y más que todo aporta a generar concepciones erróneas en los estudiantes. Lo mismo ocurre con imágenes asociadas al concepto, en donde aparecen ciudades e industrias que contaminan el aire, generando confusiones con respecto a los elementos y compuestos que le son propios al aire en la atmósfera.

### ***Sobre las imágenes en el Currículo chileno de ciencias***

Referido a las imágenes del concepto de aire en el currículum de ciencias, en los recursos educativos y documentos curriculares se hace mención a la interpretación de imágenes como actividad dentro del objetivo curricular de lenguaje (LE06 OA 06), referidos a elementos propios del lenguaje, en artes Visuales también está la unidad 2 que es el “Lenguaje Fotográfico”(AR07 OA06), en Historia, Geografía y Ciencias Sociales se destaca la habilidad a desarrollar por parte de los estudiantes en “Obtener información explícita sobre su entorno a partir de fuentes orales y gráficas (narraciones, fotografías medios audiovisuales) mediante preguntas dirigidas. Específicamente en los cursos de Ciencias Naturales y Ciencias para la Ciudadanía en las Orientaciones Didácticas del currículum

nacional, no aparecen especificadas el uso de imágenes de forma explícita, solo en cursos de primaria se intenciona a través del uso por parte de la o el docente.

En los Objetivos de Aprendizaje Priorizados: Visualización de Textos Escolares de Ciencias Naturales y Ciencias para la Ciudadanía del Currículum Nacional aparecen objetivos para el eje de química relacionados a la descripción, explicación, análisis, creación y uso de modelos sin referenciar directamente el aprendizaje a través de las imágenes, ni comprendiendo su función dentro de los modelos o los niveles representación en ciencias y es más centrada en la enseñanza secundaria. En las Bases Curriculares de 7° a 2° medio, se refiere al uso de imágenes en los siguientes puntos (Tabla 3).


**Tabla 3.** Las imágenes en las Bases Curriculares de Ciencias Naturales de 7° a 2° medio.

De Bases Curriculares	Descripción
Tecnologías de la información y la comunicación (TIC) (p. 28)	Utilizar aplicaciones para presentar, representar, analizar y modelar información y situaciones, comunicar ideas y argumentos, comprender y resolver problemas de manera eficiente y efectiva, aprovechando múltiples medios (texto, imagen, audio y video).
Comprensión Oral (p.41)	Dados los avances de la tecnología y la proliferación de diversos medios de comunicación que incluyen la imagen como uno de sus componentes principales, desarrollar la comprensión oral de los alumnos y las alumnas supone abordar también la reflexión en torno a los recursos propios de los medios audiovisuales.

En el Programa de Estudio de 1° medio y 2° medio para Ciencias Naturales, se destaca en el punto “Diversidad de instrumentos y contextos de aplicación de la evaluación” (p. 62), el uso de modelos bajo el siguiente concepto “**Modelos:** son representaciones mentales, matemáticas o gráficas de algún aspecto del mundo; en muchos casos, permiten revelar la imagen mental que las y los estudiantes desarrollan al aprender de fenómenos y procesos”, haciendo referencia a los modelos mentales, materiales y matemáticos obtenidos de Chamizo, 2010 (Currículum Nacional, 2023, Programa de Estudios 1° y 2° medio, p. 62), pero al analizarlas profundamente se encuentra que solo se refiere el uso de imágenes relacionadas a alguna actividad, pero a la observación y creación de imágenes propias, en menor cantidad.

Se encuentra solo una imagen en el currículo chileno en ciencias (de 7° a 2° medio) en el eje de Educación Ambiental (imagen 4, Tabla 4) y ninguna que lo caracterice en los alineamientos curriculares a través de actividades o recursos gráficos, por lo que su análisis a través de la adaptación de las categorías de análisis de Palacios y de Dios Jiménez (2002), mostrada en la Tabla 1 y las Tablas del Anexo 1, son las siguientes (Tabla 4):

**Tabla 4.** Categorías de análisis para imágenes del Currículum Nacional en Ciencias, eje Educación Ambiental, con observaciones para categoría de forma individual relacionada con cada imagen (Fuente: [https://www.curriculumnacional.cl/portal/Recursos-digitales/Educacion-Ambiental/Aire/247698:El-Aire#i\\_w3\\_ar\\_Innovacion2\\_tabs\\_secciones\\_1\\_247698\\_Yo20sostenible](https://www.curriculumnacional.cl/portal/Recursos-digitales/Educacion-Ambiental/Aire/247698:El-Aire#i_w3_ar_Innovacion2_tabs_secciones_1_247698_Yo20sostenible); Adaptada de Palacios y de Dios Jiménez, 2002).

De Currículum Nacional eje Educación Ambiental	Categorización y Observaciones de cada categoría
<p style="text-align: center;"><u>Imagen 4</u></p> 	<p><i>1. Función de la secuencia didáctica donde aparecen las ilustraciones</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Evocación:</b> Hecho cotidiano, que implica mirar el cielo y asociarlo al aire, concepto conocido por el estudiante.</li> <li>• <b>Definición:</b> La imagen por sí sola, no establece el significado de un término nuevo en el contexto teórico.</li> <li>• <b>Aplicación:</b> No extiende ni consolida una definición.</li> <li>• <b>Descripción:</b> Es un concepto general cotidiano, pero no permite aportar dentro del contexto científico.</li> <li>• <b>Interpretación:</b> No existen pasajes explicativos, ni descripción de relaciones.</li> <li>• <b>Problematización:</b> No se plantean interrogantes no retóricos que no pudieran resolverse con los conceptos ya definidos.</li> </ul> <p><i>2. Grado de Inconicidad</i> Es de un <b>grado de iconicidad pobre</b>, que no establece grados de creciente de simbolización.</p> <p><i>3. Funcionalidad de las Imágenes</i> Es <b>Inoperante</b>, no aporta elementos utilizables, solo cabe observarla.</p> <p><i>4. Etiquetas verbales</i> Tiene etiqueta textual que asocia elementos de la imagen a través de palabras que lo identifica.</p> <p><i>5. Contenido científico que las sustenta</i> No representan ningún contenido científico esperado.</p> <p><i>Nivel de representación</i> Macroscópico</p>

En la página Aprendo en Línea y Documentos Curriculares oficiales del Currículum Nacional chileno, se encuentra el tema “El aire importa”, donde se relaciona el concepto de aire a los átomos y moléculas, las características de cada uno y los porcentajes de cada elemento o compuesto químico presente, se realiza el aprendizaje a través de una simulación en inglés, la cual no fue parte del análisis por ser una simulación dinámica.

En la “Guía de Calidad del Aire y Educación Ambiental”, usada como recurso didáctico, pero perteneciente al Ministerio de Medio Ambiente, se observan una variedad de imágenes, con foco principalmente en la contaminación atmosférica, a través de una tabla y un gráfico (imagen 1, Tabla 5), solo se muestran los componentes del aire, pero en forma de porcentaje.

De este documento oficial se analizan algunas imágenes encontradas a través de las categorías de análisis de Palacios y de Dios Jiménez (2002), mostrada en la Tabla 1, son las siguientes (Tabla 5):

**Tabla 5.** Categorías de análisis de Palacios y de Dios Jiménez, 2002 para imagen del Currículum Nacional, “Guía de Calidad del Aire, con observaciones para categoría de forma individual relacionada con cada imagen (Adaptada de Palacios y de Dios Jiménez, 2002).

De Currículum Nacional “Guía de Calidad del Aire”	Categorización y Observaciones de cada categoría										
<p style="text-align: center;"><b>Imagen 5</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Figura 2 Composición de la atmósfera</i></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Componente</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nitrógeno</td> <td>78,08 %</td> </tr> <tr> <td>Oxígeno</td> <td>20,95 %</td> </tr> <tr> <td>Dióxido de Carbono</td> <td>0,03 %</td> </tr> <tr> <td>Otros gases</td> <td>0,94 %</td> </tr> </tbody> </table>	Componente	Porcentaje	Nitrógeno	78,08 %	Oxígeno	20,95 %	Dióxido de Carbono	0,03 %	Otros gases	0,94 %	<p><i>1. Función de la secuencia didáctica donde aparecen las ilustraciones</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Evocación:</b> Es un hecho cotidiano conocer algunos componentes del aire, pero no se puede suponer que esta imagen evoque una experiencia cotidiana.</li> <li>• <b>Definición:</b> Se establece el significado de un término nuevo en el contexto teórico. Componentes de la atmósfera, pero no específico del aire.</li> <li>• <b>Aplicación:</b> Extiende, pero no necesariamente consolida una definición.</li> <li>• <b>Descripción:</b> Es un concepto general cotidiano, que aporta dentro del contexto de forma individual.</li> <li>• <b>Interpretación:</b> No existen pasajes explicativos (se encuentra en el texto, pero como imagen no se observa), se puede interpretar porque es un gráfico, y describir relaciones a través de los porcentajes.</li> <li>• <b>Problematización:</b> Con el gráfico se pueden plantear interrogantes no retóricos que pudieran resolverse con conceptos ya definidos.</li> </ul> <p><i>2. Grado de Iconicidad</i> Es de un <b>grado de iconicidad media</b>, que establece grados de simbolización a través de la gráfica.</p> <p><i>3. Funcionalidad de las Imágenes</i> Es del tipo <b>Operativa Elemental</b>, aporta elementos de representación universales.</p> <p><i>4. Etiquetas verbales</i> Es <b>Nominativa</b>, tiene símbolos o palabras que identifican algunos elementos de la imagen.</p> <p><i>5. Contenido científico que las sustenta</i> Representa un contenido científico que se puede interpretar a través del gráfico.</p>
Componente	Porcentaje										
Nitrógeno	78,08 %										
Oxígeno	20,95 %										
Dióxido de Carbono	0,03 %										
Otros gases	0,94 %										

*Niveles de representación***Simbólico.***1. Función de la secuencia didáctica donde aparecen las ilustraciones*

- **Evocación:** Hace referencia a un hecho cotidiano, que se supone conocido por el estudiante.
- **Definición:** Se establece el significado de un término nuevo en el contexto teórico, en este caso las fórmulas químicas de los contaminantes y de las fuentes de contaminación.
- **Aplicación:** Extiende y es posible consolidar una definición.
- **Descripción:** Es un concepto general cotidiano, conocido por el estudiante aportando en un contexto necesario.
- **Interpretación:** Existen pasajes explicativos y descripción de relaciones, entre las fuentes de contaminación y los contaminantes que emiten.
- **Problematización:** Se plantean interrogantes no retóricos. Incita a los estudiantes a poner a prueba sus ideas o estimular su interés en el tema, presentándose como problema para justificar una interpretación o nuevo enfoque.

*2. Grado de Inconicidad*

Imagen de **mediano-bajo** grado de iconicidad, corresponde a categoría específica de iconicidad como dibujo figurativo + signos (representan acciones o magnitudes inobservables en un espacio de representación heterogéneo).

*3. Funcionalidad de las Imágenes*

**Sintácticas**, ya que, contiene elementos o símbolos cuyo uso exige el conocimiento de normas específicas (conocimiento de nombres y fórmulas químicas).

*4. Etiquetas verbales*

Etiqueta relacional, relaciona elementos en la ilustración.

*5. Contenido científico que las sustenta*

Existen símbolos representativos, que presentan interacciones como parte de un todo, pero no asociado a las partículas pertenecientes, como propias, al aire.

*Niveles de Representación*

Macroscópico – Simbólico

**Imagen 6**

Contaminación primaria y secundaria.



Imagen 7

*1. Función de la secuencia didáctica donde aparecen las ilustraciones*

- **Evocación:** Hecho cotidiano, que implica mirar la ciudad e industrias y asociarlo al aire, y contaminantes, conocido por el estudiante.
- **Definición:** No se puede establecer el significado de un término nuevo en el contexto teórico.
- **Aplicación:** Es un ejemplo que podría extender o consolidar una definición.
- **Descripción:** Es un concepto y ejemplo general cotidiano, que permite aportar parcialmente dentro del contexto (Contaminación).
- **Interpretación:** No existen pasajes explicativos, ni descripción de relaciones objetivas desde la imagen.
- **Problematización:** No se plantean interrogantes no retóricos que no pudieran resolverse con los conceptos ya definidos.

*2. Grado de Iconicidad*

Es de un **grado de iconicidad alto**, no establece ciertos grados de simbolización, pero simboliza la realidad.

*3. Funcionalidad de las Imágenes*

**Inoperante**, no aporta elementos utilizables, solo se puede observar

*5. Etiquetas verbales*

No tiene etiquetas, ya que, no tiene texto que asocie elementos de la imagen, en la imagen.

*6. Contenido científico que las sustenta*

No existen símbolos representativos, no presentan interacciones ni representan la parte de un todo.

*Niveles de representación*

Macroscópico.

[https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-143466\\_recurso\\_pdf.pdf](https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-143466_recurso_pdf.pdf)

La categorización anterior de las imágenes de las Tablas 4 y 5, nos ayudó a obtener, desde su análisis, distintas observaciones, las cuales se detallarán a continuación:

- En el caso de *Función de la secuencia didáctica donde aparecen las ilustraciones*;
  - **Evocación:** la mayoría de las imágenes hacen referencia a la experiencia en un hecho cotidiano, como en la imagen 7 en la Guía de Calidad del Aire, mostrando, para estos casos, gráficos representativos de los componentes del aire. También hay imágenes donde se muestran mayoritariamente fuentes



contaminantes y la contaminación atmosférica, conceptos que se suponen conocidos por los estudiantes. Pero siguen siendo recurrentes imágenes como la imagen 4, presentándose a nivel macroscópico imágenes que nada evocan.

- Definición: La mayoría de las imágenes analizadas, como la imagen 7, al buscar el concepto de aire, no establecen significados de términos nuevos en algún contexto teórico químico, solo aparece como evocación, sin símbolos ni significados propios. Pero en las imágenes 5 y 6, si aparecen elementos que pueden establecer significados de términos nuevos con significados propios.
  - Aplicación: La mayoría de las imágenes podrían ser ejemplos consolidantes de una definición, como elemento general. Refiere, en las imágenes 5 y 6 a conceptos o entidades químicas que puedan ser aplicados a un contexto de enseñanza-aprendizaje.
  - Interpretación: La mayoría, tampoco, refiere a pasajes explicativos utilizando conceptos teóricos para describir relaciones. En la imagen 6, aparecen relaciones entre conceptos, fenómenos, pero no a procesos químicos, algunas pueden ser explicativas en parte, al referir elementos simbólicos (como fórmulas químicas), relacionados a elementos macroscópicos, como en imagen 6.
  - Problematización: Desde las imágenes, en menor proporción, es posible problematizar directamente, ya que se cuenta con conceptos ya definidos, como elementos, compuestos químicos del aire o fuentes contaminantes y contaminantes atmosféricos, que se suponen conocidos por el estudiante.
- Para el caso del *grado de iconicidad*, se establece un medio grado de iconicidad, se encuentran evidencias en algunas imágenes como la imagen 6, en donde se muestra una categoría como, *dibujo figurativo más signos*, entre otros presentados en el Anexo 1, Tabla 11. Muchas imágenes que se encuentran en la Guía de Calidad del Aire son imágenes realistas (imagen 7), y otras con cierto grado de simbolización, como por ejemplo relaciones de las fuentes contaminantes y los contaminantes que emiten.
  - Para la *funcionalidad de las ilustraciones*, las imágenes aportan elementos utilizables, que desde la teoría pueden utilizarse, como gráficos, relaciones macroscópicas, microscópicas y simbólicas (imagen 6), otras solo se pueden observar con niveles de representación basados explícitamente en lo macroscópico (imagen 7), al no contar con estas características no se pueden obtener conocimientos de conceptos, fenómenos o procesos por sí mismas.
  - Para las *etiquetas verbales*, las imágenes por sí mismas contienen pocas etiquetas verbales, pero muchas imágenes como la imagen 7, son recurrentes durante muchas de los documentos analizados, pero se relacionan al concepto de “Contaminación Atmosférica” y no al concepto mismo del aire visto desde el sentido químico elemental o teórico.
  - Para el *contenido científico que las sustenta*, el análisis es específico de esta temática, y en pocas, se relacionan las imágenes a representaciones o contenidos simbólicos que ayudan a la comprensión del concepto de aire por parte de los estudiantes, relacionado a procesos macroscópicos con entidades corpusculares microscópicas y con otras simbólicas, que relacionan conceptos, entidades, y fenómenos químicos, no incluyendo mayormente, procesos químicos que no son visibles a simple vista.


A pesar, que estas imágenes tienen un contexto más claro relacionados a concepto del aire, en muchas de ellas no se observan relaciones, ya que aparecen ciudades e industrias que contaminan el aire, generando confusiones y probablemente, concepciones erradas con respecto a los elementos y compuestos que le son propios a las características principales del aire, no encontrando imágenes representativas del nivel microscópico y simbólico que es fundamental para comprender el concepto y otros conceptos, fenómenos y procesos que subyacen a él.

### *Sobre las imágenes en los textos escolares*

Con respecto a las imágenes de los libros de texto de Ciencias Naturales, ejes Biología, Física y Química, de 7° a 2° medio, más los de los niveles 3° y 4° medio con el curso de Ciencias para la Ciudadanía, módulo Medio Ambiente y Sostenibilidad, fue complejo encontrar imágenes que solo se refirieran al concepto de aire, nuevamente la mayoría están relacionadas a fenómenos que ocurren en el aire, sin mencionar concretamente sus interacciones, por ejemplo, mostrando los ciclos de la materia, como el nitrógeno, haciendo parecer, bajo nuestra observación, que cada uno de los conceptos asociados son independientes al concepto estructurante del aire.

A continuación se analizarán 3 imágenes en la Tabla 6, correspondiente a libros de texto de la misma forma que se categorizaron la imágenes del Curriculum Nacional chileno, esto quiere decir, a través de la adaptación de la categorización de Palacios y de Dios Jiménez (2002), adaptada solo a imágenes, categorización general presentada en Tabla 1.

**Tabla 6.** Categorías de análisis de Palacios y de Dios Jiménez, 2002 para imágenes de libros de texto de ciencias (Biología, Física, Química y Ciencias para la Ciudadanía), con observaciones para categoría de forma individual relacionada con cada imagen (Adaptada de Palacios y de Dios Jiménez, 2002).

De Libros de Texto Escolares	Categorización y Observaciones de cada categoría
<p data-bbox="505 1633 602 1663"><u>Imagen 8</u></p> 	<p data-bbox="898 1266 1357 1329"><i>1. Función de la secuencia didáctica donde aparecen las ilustraciones</i></p> <ul data-bbox="946 1335 1377 1900" style="list-style-type: none"> <li>• <b>Evocación:</b> Es un hecho cotidiano, pero no se puede suponer que esta imagen evoque una experiencia cotidiana.</li> <li>• <b>Definición:</b> Se establece el significado de un término nuevo en el contexto teórico.</li> <li>• <b>Aplicación:</b> Extiende, pero pretende consolidar una definición.</li> <li>• <b>Descripción:</b> No es un concepto general cotidiano, que aporta dentro del contexto de forma individual.</li> <li>• <b>Interpretación:</b> No existen pasajes explicativos (se encuentra en el texto, pero como imagen no se observa), más que el texto que está en la imagen, ni descripción de relaciones.</li> </ul>

Texto del estudiante 7° básico Ciencias Naturales Unidad 1  
Lección 1 p.13

- **Problematización:** Se pueden plantear interrogantes no retóricos que pudieran resolverse con los conceptos ya definidos.

#### 2. Grado de Inconicidad

Es de un **grado de iconicidad baja**, que no establece grados de simbolización.

#### 3. Funcionalidad de las Imágenes

Es **Inoperante**, no aporta ningún elemento utilizable, solo cabe observarlas.

#### 4. Etiquetas verbales

Es **Nominativa**, tiene palabras que identifican algunos elementos de la imagen.

#### 5. Contenido científico que las sustenta

Representa un contenido científico, pero no se puede interpretar su contenido a través de la imagen.

#### Niveles de representación

Macroscópico.

#### 1. Función de la secuencia didáctica donde aparecen las ilustraciones

- **Evocación:** Hace referencia a un hecho cotidiano, que se supone conocido por el estudiante.
- **Definición:** No se establece el significado de un término nuevo en el contexto teórico, hace referencia a la contaminación.
- **Aplicación:** Extiende y es posible consolidar una definición.
- **Descripción:** Es un concepto general cotidiano, conocido por el estudiante aportando en un contexto necesario.
- **Interpretación:** No existen pasajes explicativos, pero sí, descripción de relaciones, entre las fuentes de contaminación y la contaminación ambiental
- **Problematización:** Se plantean interrogantes no retóricos. Incita a los estudiantes a poner a prueba sus ideas o estimular su interés en el tema, presentándose como problema para justificar una interpretación o nuevo enfoque.

#### 2. Grado de Inconicidad

Imagen de **medio** grado de iconicidad, aunque le faltan elementos representativos del aire como imagen por sí misma.

#### 3. Funcionalidad de las Imágenes

**Sintácticas**, ya que, contiene elementos cuyo uso exige el conocimiento de normas

Imagen 9



Texto del estudiante 1° y 2° medio, Química Unidad 1  
p.104

específicas (conocimiento de qué es la contaminación atmosférica y cómo incide en el aire).

#### 4. Etiquetas verbales

Etiqueta **relacional**, relaciona elementos en la ilustración.

#### 5. Contenido científico que las sustenta

Existen sub imágenes representativas, que presentan relaciones como parte de un todo (fuentes contaminantes y contaminación atmosférica).

#### Niveles de Representación

Macroscópico.

### Imagen 10



Texto del estudiante 1º y 2º medio, Química Unidad 1 p.104

#### 1. Función de la secuencia didáctica donde aparecen las ilustraciones

- **Evocación:** No es una experiencia cotidiana saber que en el aire hay gases disueltos, por lo que lo suponemos desconocido por el estudiante.
- **Definición:** Se puede establecer el significado de un término nuevo en el contexto teórico ( $N_2$  es parte del aire).
- **Aplicación:** Es un ejemplo que podría extender o consolidar una definición.
- **Descripción:** Es un concepto no cotidiano, pero que permite aportar parcialmente dentro del contexto (atmósfera y gases disueltos).
- **Interpretación:** Existen pasajes explicativos y descripción en el texto de relaciones gases disueltos en el aire como el  $N_2$ .
- **Problematización:** Se plantean interrogantes no retóricos que pudieran resolverse con los conceptos ya definidos.

#### 2. Grado de Iconicidad

Es de un grado de iconicidad **medio-bajo**, no establece ciertos grados de simbolización, a pesar de ser una imagen real.

#### 3. Funcionalidad de las Imágenes

**Inoperante**, no aporta elementos utilizables, solo se puede observar

#### 4. Etiquetas verbales

Tiene etiquetas como texto que asocia conceptos con la imagen.

#### 5. Contenido científico que las sustenta

---

No existen símbolos representativos, no presentan interacciones ni representan la parte de un todo.

*Niveles de representación*

Macroscópico.

---

La categorización anterior de las imágenes de la Tabla 6, referidas a los libros de texto escolares de Ciencias Naturales, Ciencias (Biología, Química y Física) y Ciencias para la Ciudadanía y la Tabla 1 nos ayudó a obtener, desde su análisis, distintas observaciones, las cuales se detallarán a continuación:

- En el caso de *Función de la secuencia didáctica donde aparecen las ilustraciones*;
  - Evocación: la mayoría de las imágenes hacen referencia a la experiencia en un hecho cotidiano, mostrando imágenes de paisajes o de contaminación que son experiencias conocidas por los estudiantes (imágenes 8, 9 y 10). También hay muchas imágenes donde se muestran mayoritariamente fuentes contaminantes y la contaminación atmosférica, conceptos que se suponen conocidos por los estudiantes. Pero siguen siendo recurrentes imágenes como las imágenes mencionadas que no evocan situaciones representadas para el aire.
  - Definición: La mayoría de las imágenes analizadas, al buscar el concepto de aire, no establecen significados de términos nuevos en algún contexto teórico químico, sin significados propios ni símbolos.
  - Aplicación: La mayoría de las imágenes podrían ser ejemplos consolidantes de una definición, como elemento general, aunque no refieran directamente a entidades microscópicas ni símbolos por lo que pueden ser aplicados a un contexto de enseñanza-aprendizaje.
  - Interpretación: Algunas imágenes refieren a pasajes explicativos utilizando conceptos teóricos para describir relaciones, ejemplo imagen 10. En las imágenes, aparecen algunas relaciones entre conceptos, fenómenos, pero no a procesos químicos, algunas pueden ser explicativas en parte, al referir elementos simbólicos (como fórmulas químicas), relacionados a elementos macroscópicos.
  - Problematización: Desde las imágenes, es posible problematizar directamente, ya que se cuenta con conceptos ya definidos, como qué tipo de mezcla es el aire, o que el  $N_2$  es parte del aire, que, aunque no se suponen conocidos específicamente por el estudiante, a través de ellas pueden conocerse.
- Para el caso del *grado de iconicidad*, se establece un bajo grado de iconicidad, se encuentran pocas evidencias muestre un grado de realidad alto. Solo algunas relacionan el aire y los contaminantes atmosféricos, pero más que todo en forma de inferencia.
- Para la *funcionalidad de las ilustraciones*, pocas imágenes aportan elementos utilizables, que desde la teoría pueden ser útiles, mayoritariamente solo se pueden observar y leer lo que el texto o la imagen señala, pero no aporta, como imágenes, efectivamente a una funcionalidad particular. En poquísimas imágenes se pueden obtener conocimientos de conceptos o fenómenos.

- Para las *etiquetas verbales*, las imágenes por sí mismas contienen etiquetas verbales, pero muchas imágenes como la imagen 9, son recurrentes durante muchas de los documentos analizados, pero se relacionan al concepto de “Contaminación Atmosférica” y no al concepto mismo del aire visto desde el sentido químico elemental o teórico.
- Para el *contenido científico que las sustenta*, el análisis es específico de esta temática, y en pocas, se relacionan las imágenes a representaciones o contenidos simbólicos que ayudan a la comprensión del concepto de aire por parte de los estudiantes, relacionado a procesos macroscópicos con entidades corpusculares microscópicas y con otras simbólicas, que relacionan conceptos, entidades, y fenómenos químicos, no incluyendo mayormente, procesos químicos que no son visibles a simple vista.

Las imágenes analizadas de los distintos libros de texto escolares de 7° a 2° medio de Ciencias Naturales, Ciencias y Ciencias para la Ciudadanía, son diversas y tienen focos específicos en la ciencia que está aplicada, por ejemplo en Ciencias Naturales son generales, las de cada Ciencia son específicas, pero algunas no inter relacionadas específicamente al concepto de aire, es más común ver imágenes de este tipo, con estas inter relaciones en los textos de Química, pero que tienen un texto poco explicativo dentro de la imagen y los de Ciencias para la Ciudadanía tienen un contexto más claro con respecto a las fuentes de contaminación, y los contaminantes atmosféricos, los cuales tampoco hacen referencia a, en qué medida los seres humanos somos responsables de la contaminación del aire en la atmósfera, pero nuevamente, estas imágenes caen en la problemática de no reunir además, los tres niveles de representación, por lo que puede generar concepciones erradas en los estudiantes, asociando los contaminantes del aire a las únicas entidades que pertenecen al concepto.

## **Fase II. Diseño de la solución**

### ***Sobre la producción de imágenes escolares***

A continuación, se realizó el análisis de imágenes asociadas al concepto de aire, que emergieron de los estudiantes de 1° medio de una Escuela Técnico Profesional de Valparaíso, que nos permitió, según los niveles de competencia representacional de Kozma y Russell (2005), representados en la Tabla 7.

1. Examinar las habilidades de representación de los y las estudiantes como representación inicial de sus concepciones categorizando y codificando sus dibujos. Según los niveles de competencia representacional de Kozma y Russell (2005).
2. Considerar las implicaciones de esta implementación en el desarrollo de las habilidades representacionales de los estudiantes en ciencias.
3. Considerar por qué el uso de una buena imagen puede ayudar a mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje a través de un concepto estructurante de los y las estudiantes en cursos de ciencias.
4. Identificar concepciones erróneas de los y las estudiantes con respecto al concepto de aire.

### ***Contexto de aplicación***

El modelo corpuscular, específicamente referente al aire, sirve como un concepto integral, estructurante, inter e intra disciplinario, que abarca dimensiones conceptuales, procedimentales y actitudinales. Esto posibilita que el docente potencie y desarrolle en los y las estudiantes los niveles de representación, la visualización a través de modelos y modelamiento y su visoespacialidad científica, aportando a generar ambientes de enseñanza – aprendizaje significativos.

La aplicación de esta metodología tuvo lugar en 1° año de una Escuela Media Técnico Profesional (EMTP) de Valparaíso. Está anclada en actividades de planificación que se alinean con el Plan de Estudio, las Bases Curriculares y los Textos de Estudio propios del currículo chileno. Debido a ello, es que se realizaron los análisis de las imágenes de los apartados anteriores.

El objetivo principal es recopilar evidencias sobre el uso de representaciones mediante visualizaciones de imágenes basadas en modelos. Esto contribuye al desarrollo de habilidades de modelización del estudiante, quien se sitúa como protagonista de su proceso educativo. Muchos supuestos giran en torno a sus competencias representacionales. En esta investigación, nos basamos en la perspectiva de Vygotski, que sostiene que el desarrollo individual se ve influenciado tanto por el entorno físico y social, como por las experiencias simbólicas (Vygotsky, 2012). Esto nos lleva a considerar la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), que enfatiza cómo el crecimiento personal se complementa con interacciones sociales, recursos materiales y el entorno. Este enfoque busca fomentar un aprendizaje más significativo y contextualizado mediante la progresiva utilización de representaciones.

En este contexto, la modelización se centró en guiar a los estudiantes para que diferencien lo que el mundo material describe y lo que las teorías científicas postulan. Dado que, en su percepción directa de la realidad, los estudiantes recurren a sus propias concepciones ligadas al sentido común, es esencial, a través de la instrucción y las actividades en el aula, esclarecer las teorías que la ciencia vincula a determinados conceptos, entidades, fenómenos y procesos (Barker, 2000; Kind, 2004).

### **Implementación**

En relación a la implementación, se llevó a cabo la actividad en dos cursos de 1° medio, sumando un total de 59 estudiantes, en concordancia con las Bases Curriculares del curso de Química (Tabla 9). Dicha implementación consistió en una secuencia de aprendizaje dividida en 4 módulos. A través de estas actividades, se buscó alinear con herramientas y elementos curriculares, con el objetivo de recopilar evidencias que sirvan para diseñar nuevas actividades y estructurar las clases. Sin embargo, para esta investigación, se consideró exclusivamente el test inicial, dado que se detectó una tendencia notable hacia las concepciones erróneas de los y las estudiante respecto al concepto, lo cual motivó lo medular de este estudio.

Al aplicar la secuencia de aprendizaje (SEA), se identificaron las concepciones erróneas de los estudiantes, manifestadas en el test inicial al preguntar "**¿Qué es el aire?**", solicitándoles representar sus respuestas mediante un dibujo. Así, estos dibujos (imágenes), proporcionaron la información necesaria para comprender las representaciones de los estudiantes basadas en modelos, tomando como referencia sus propios dibujos. La amplitud de la pregunta permitió identificar posibles problemáticas en la instrucción y reconocer las concepciones erróneas de los y las estudiantes. Los dibujos realizados, se analizaron posteriormente en función de los cinco criterios representacionales propuestos por Kozma y Russell (2005) (Tabla 7). Estos criterios abordan estructuras superficiales para definir conceptos, entidades, fenómenos o procesos científicos, lo cual es un rasgo típico en estudiantes que aún no están familiarizados con las bases fundamentales de la química o de las ciencias en general.

Frente a la solicitud "¿qué es el aire? Dibuja tu respuesta", se analizaron 59 ilustraciones de los estudiantes. A partir de este análisis, emergieron distintas frecuencias de asociación relacionadas con los niveles de competencia representacional definidos por Kozma y Russell (2005).



**Tabla 7.** Resumen de los niveles de competencia representacional (Traducido de Kozma y Russell, 2005).


<b>Nivel de Representación</b>	<b>Descripción</b>
NIVEL 1: REPRESENTACIÓN COMO DESCRIPCIÓN	Cuando se le pide que represente un fenómeno físico, la persona genera representaciones del fenómeno basadas solo en sus características físicas. Es decir, la representación es una representación isomórfica e icónica del fenómeno en un momento dado.
NIVEL 2: HABILIDADES SIMBÓLICAS TEMPRANAS	Cuando se le pide que represente un fenómeno físico, la persona genera representaciones del fenómeno basadas en sus características físicas, pero también incluye algunos elementos simbólicos para acomodar las limitaciones del medio (por ejemplo, el uso de elementos simbólicos como flechas para representar nociones dinámicas, como el tiempo o el movimiento o una causa observable, en un medio estático como el papel). La persona puede estar familiarizada con un sistema de representación formal, pero su uso es meramente una lectura literal de las características superficiales de una representación sin tener en cuenta la sintaxis y la semántica.
NIVEL 3: USO SINTÁCTICO DE REPRESENTACIONES FORMALES	Cuando se le pide que represente un fenómeno físico, la persona genera representaciones del fenómeno basadas tanto en las características físicas observadas como en entidades o procesos subyacentes no observados (como una causa no observada), aunque el sistema de representación puede ser inventado e idiosincrático y las entidades o procesos representados pueden no ser científicamente precisos. La persona es capaz de utilizar correctamente las representaciones formales, pero se centra en la sintaxis de uso, en lugar del significado de la representación. Del mismo modo, la persona hace conexiones a través de dos representaciones diferentes del mismo fenómeno basadas solo en reglas sintácticas o características superficiales compartidas, en lugar del significado compartido subyacente de las diferentes representaciones y sus características.
NIVEL 4: USO SEMÁNTICO DE LAS REPRESENTACIONES FORMALES	Cuando se le pide que represente un fenómeno físico, la persona utiliza correctamente un sistema de símbolos formal para representar entidades y procesos subyacentes e imperceptibles. La persona es capaz de utilizar un sistema de representación formal basado tanto en reglas sintácticas como en el significado relativo a algún fenómeno físico que representa. La persona es capaz de hacer conexiones a través de dos representaciones diferentes o transformar una representación a otra basada en el significado compartido de las diferentes representaciones y sus características. La persona puede proporcionar un significado subyacente común para varios tipos de representaciones superficialmente diferentes y transformar cualquier representación dada en una representación equivalente en otra forma. La persona utiliza espontáneamente representaciones para explicar un fenómeno, resolver un problema o hacer una predicción.
NIVEL 5: USO REFLEXIVO Y RETÓRICO DE LAS REPRESENTACIONES	Cuando se le pide que explique un fenómeno físico, la persona utiliza una o más representaciones para explicar la relación entre las propiedades físicas y las entidades y procesos subyacentes. El individuo puede utilizar características específicas de la representación para justificar las reclamaciones dentro de un contexto social y retórico. Puede seleccionar o construir la representación más apropiada para una situación particular y explicar por qué esa representación es más apropiada que otra. La persona es capaz de tomar la posición epistemológica de que no somos capaces de experimentar directamente ciertos fenómenos y estos pueden ser entendidos solo a través de sus representaciones. En consecuencia, este entendimiento está abierto a la interpretación y la confianza en una interpretación aumenta en la medida en que se pueden hacer representaciones que se correspondan entre sí de una manera importante y estos argumentos son convincentes para otros dentro de la comunidad.

## Resultados

En el siguiente apartado se analizan los resultados, primero dando a conocer algunos ejemplos representativos de sus dibujos asociados a cada categoría representacional y segundo, codificando los resultados globales.

Los resultados se realizaron a través de un gráfico de frecuencia con la cantidad de estudiantes que alcanzaron algún nivel de representación basado en Kozma y Russell (2005). En la Tabla 8 y la Figura 3, se obtiene que los estudiantes solo alcanzaron los niveles 1, 2 y 3, siendo un porcentaje mayor el nivel 1, con un 66,1% de los estudiantes en ese nivel, determinando que las concepciones erróneas de los estudiantes con respecto al modelo corpuscular, y en específico el aire, han sido demostrada a través de sus propios dibujos, como concepciones representacionales que solo muestran características físicas superficiales, y, por lo tanto el grado de modelización del fenómeno es básico e inespecífico, y con respecto a los niveles de representación en ciencias determinado por Johnstone, (1991) (Figura 2), en las cuales sus representaciones se centran en lo macroscópico, mostrando el viento y la necesidad del aire para los procesos de respiración, pocos estudiantes alcanzaron el nivel 3, que aunque realizan modelos corpusculares, no son representativos con respecto a los tipos y caracterización de partículas en el aire ni sus relaciones.

**Tabla 8.** Descripción por nivel de representación de los estudiantes y ejemplos (Fuente: Elaboración propia).

Nivel de competencia representacional	Características principales	Ejemplo de dibujo
N1	Solo muestra representaciones isomórficas e icónicas de fenómeno en un momento dado	 <p>Dibujar como se respiraba el aire</p>

Solo muestra representaciones isomórficas e icónicas de fenómeno en un momento dado

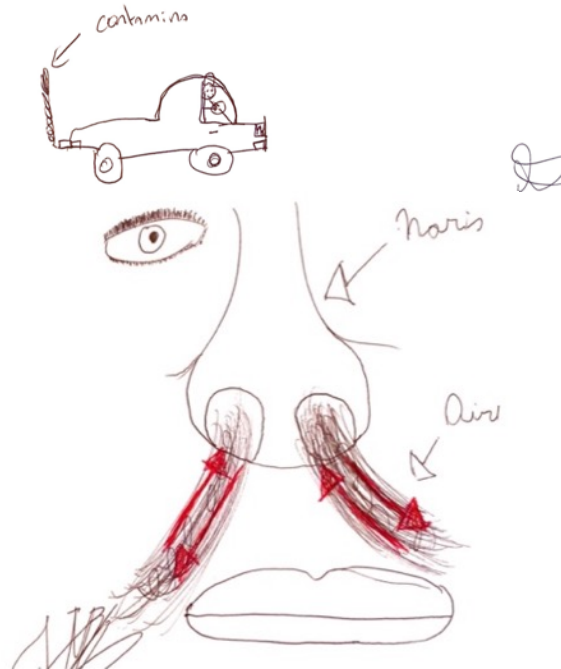


N2

Representa el fenómeno basado en características físicas, movimiento y simbólico respecto a un fenómeno observable. Muestra solo características superficiales.



Representa el fenómeno basado en características físicas, simbólico a través de flechas respecto a un fenómeno observable. Muestra solo características superficiales.



N3

Representación basada en características físicas observadas, movimiento del viento, y no observadas, partículas, con una representación idiosincrático. Hace representaciones diferentes del mismo fenómeno.



Representación basada en características físicas observadas, movimiento del viento, y no observadas, partículas, con una representación idiosincrático. Hace representaciones diferentes del mismo fenómeno. Basada en características superficiales.



El nivel 2 fue alcanzado por un 25,4% de los estudiantes, aunque referido a los niveles de representación de Kozma y Russell (2005), sus características son también básicas, pero con la particularidad en la inclusión de elementos simbólicos, mostrando movimiento del aire como causa observable, y según el triángulo de Johnstone, (1991), alcanzando igualmente un nivel macroscópico. En el caso del nivel 3, éste fue alcanzado solo por el 8,5% de los estudiantes, mostrando un nivel representacional de mayor iconicidad y abstracción, representando características físicas observadas (viento) y no observadas (partículas, algunas identificadas), no centrándose en el significado de la representación observándose que los dibujos se relacionan en mayor medida a lo macro y microscópico.

A continuación se realizó una tabla y un gráfico de frecuencia simple (Tabla 8, Figura 3) de los niveles de competencia representacional de Kozma y Russell (2005) y la cantidad (%) de estudiantes por nivel.

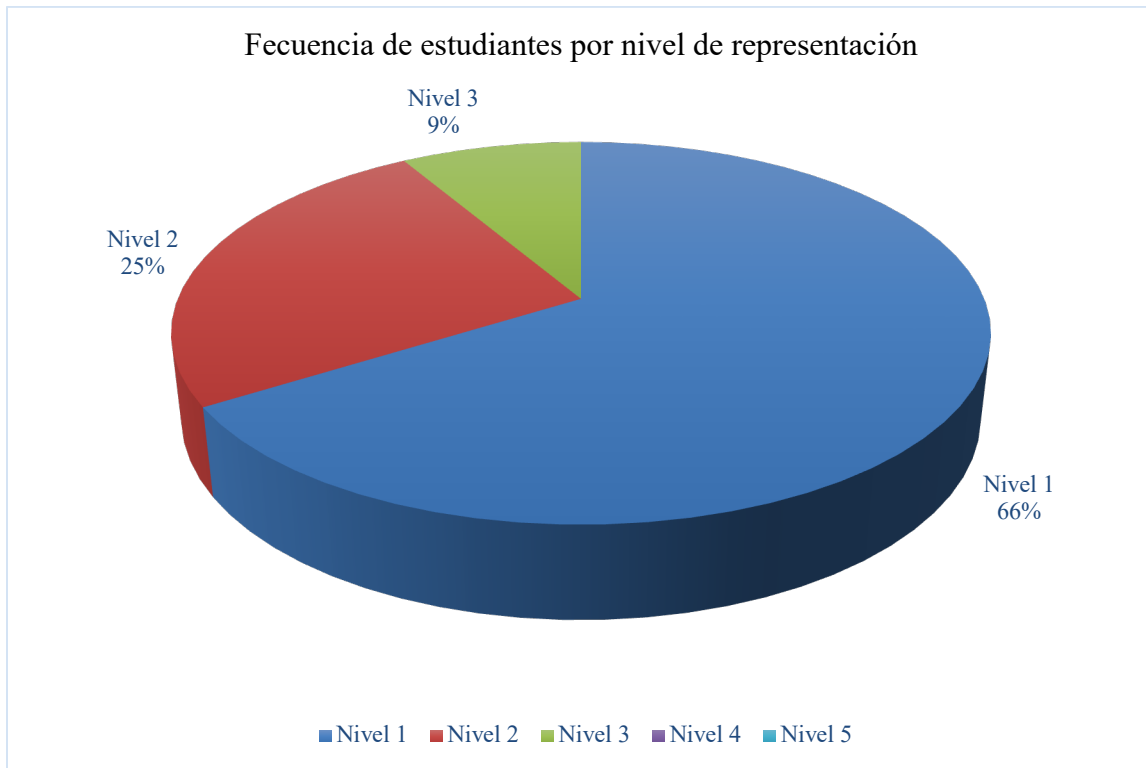
**Tabla 8.** Descripción de frecuencias en las representaciones de los dibujos de los estudiantes (Fuente: Elaboración propia).

Nivel de Competencia Representacional	Estudiantes (frecuencia)	%
Nivel 1	39	66,1
Nivel 2	15	25,4
Nivel 3	5	8,5
Nivel 4	0	0

Nivel 5

0

0



**Figura 3.** Gráfico de frecuencia de los niveles de competencia representacional de los estudiantes de acuerdo a sus representaciones (dibujos).

A raíz de los análisis anteriores, de las imágenes de Internet, del Currículum Nacional y de los textos escolares en ciencias, además de las representaciones (dibujos) de los y las estudiantes y los análisis y resultados de cada una, es que nos parece adecuado tomar en consideración los alineamientos curriculares en donde los y las docentes pueden adquirir un conocimiento del concepto de aire en los distintos ejes, que van desde 7° básico a 4° medio. Primero se realiza el alineamiento curricular desde donde se realizó el test inicial de la SEA en 1° medio y segundo el alineamiento curricular desde 7° a 4° medio en Ciencias Naturales, Ciencias (Biología, Física y Química) y Ciencias para la Ciudadanía, módulo Ambiente y Sostenibilidad.

***Alineamiento Curricular para Ciencias Naturales, Biología, Física y Química y Ciencias para la Ciudadanía, módulo Ambiente y Sostenibilidad relacionado al concepto de aire.***

Desde una perspectiva curricular el módulo fue abordado en 1° Medio. En la tabla 2 se presenta el alineamiento curricular para este curso, el objetivo de aprendizaje, las habilidades y los objetivos transversales dentro de la asignatura de ciencias naturales en el eje de química (Tabla 9).

**Tabla 9.** Descripción de alineamiento curricular 1° Medio (Fuente: Adaptado de curriculum nacional).

Curso	Pregunta	Objetivo de Aprendizaje	Habilidades	Objetivos Transversales
1° Medio	Test de entrada ¿Qué es el aire? Dibuja.	<b>CN1M OA 19:</b> Explicar la formación de compuestos binarios y ternarios, considerando las fuerzas eléctricas entre partículas y la nomenclatura inorgánica correspondiente.	OAH a OAH b OAH c OAH i	OAT 05 OAT 07 OAT 14

El alineamiento curricular para el concepto aire, lo podemos encontrar en los Objetivos de Aprendizaje desde 1° básico a 2° medio, pero, al encontrarnos con imágenes que hacían referencia al concepto en 3° y 4° medio, se decidió hacer esta búsqueda desde 2° a 4° medio. Así, los objetivos de aprendizaje para cada uno de los cursos mencionados anteriormente, el eje disciplinar y el tema relacionado, se muestran en la Tabla 10 a continuación.

**Tabla 10.** Objetivos de aprendizajes relacionados al concepto de aire, de 7° básico a 2° medio, y temas relacionados encontrados en el alineamiento curricular, que pertenecen al Currículum Nacional (Texto: Actualización de la Priorización Curricular)

Objetivos de Aprendizaje	Nivel	Eje Disciplinar	Tema relacionado
CN07 OA 07	7° básico	Ciencias Naturales	Fuerza gravitacional y de roce
CN07 OA 12	7° básico	Ciencias Naturales	Clima
CN07 OA 13	7° básico	Ciencias Naturales	Gases Ideales
CN07 OA 14	7° básico	Ciencias Naturales	Mezclas Homogéneas y Heterogéneas
CN08 OA 11	8° básico	Ciencias Naturales	Calor (propagación en la atmósfera); Conducción térmica en distintos medios.
CN1M OA 07	1° medio	Ciencias Naturales/Biología	Fotosíntesis; Respiración celular, Ciclos de la materia.
CN1M OA 08	1° medio	Ciencias Naturales/Biología	Equilibrio de Ecosistemas
CN1M OA 10	1° medio	Ciencias Naturales/Física	Sonido
CN1M OA 17	1° medio	Ciencias Naturales/Química	Fermentación, Combustión, Oxidación de metales, Reacciones químicas.
CN2M OA 15	2° medio	Ciencias Naturales/Química	Estados de la materia, Disoluciones
CN3M OA02	3° y 4° medio	Ciencias para la Ciudadanía/Ambiente y Sostenibilidad	Diseño de Proyectos, Red de emisiones
CN3M OA03	3° y 4° medio	Ciencias para la Ciudadanía/Ambiente y Sostenibilidad	Cambio Climático

## Conclusiones

La enseñanza y aprendizaje de las ciencias promueve, ciertamente, la adquisición de conocimientos, el desarrollo de habilidades y actitudes científicas que son necesarias para la

comprensión de las entidades que les son propias a las ciencias, los fenómenos y procesos científicos. La modelización a través de modelos y su visualización a través de distintas representaciones, permite a los y las estudiantes desarrollar una serie de habilidades como pensamiento crítico, análisis, interpretaciones que fomentan y crean aprendizajes significativos y a largo plazo.

Las imágenes, son un medio de representación utilizada continuamente y a veces de forma exagerada en el currículum nacional, los textos escolares y en Internet, como medios de comprensión adicional, de textos asociados a las imágenes. Las ciencias naturales no escapan de estas representaciones a través de las imágenes y los y las docentes se fían muchas veces de ellas como construcción y reconstrucción de la idea de realidad científica.

Por lo anterior, es que este trabajo de investigación tuvo por objetivo analizar imágenes a través de la taxonomía de Palacios y de Dios Jiménez (2006) de Internet, del Currículum Nacional chileno en ciencias y de libros de texto escolares asociadas a un concepto científico estructurante que es el aire. Primero, se eligió el aire al ser un concepto intra e interdisciplinario que puede ser representado a través de distintos modos representacionales y el uso de modelos, y es importante, ya que, muchos de los conceptos, fenómenos y procesos científicos estudiados en ciencias naturales se apoyan en este concepto. Los resultados obtenidos en la primera fase de análisis, dan cuenta que en general, las imágenes no cuentan con una función clara de la secuencia didáctica donde aparecen, es decir, las imágenes relacionadas al concepto de aire no tienen problemas en la evocación, quiere decir, que sí muestran o referencias experiencias o hechos cotidianos, tienen problemas en las definiciones, al no ser capaces de establecer nuevos significados o el significado mismo de los conceptos teóricos que subyacen al concepto, la mayoría de las imágenes no son ejemplos consolidantes de definiciones, las interpretaciones son pobres, no cuentan, muchas de ellas, con pasajes explicativos como textos sobre la imagen, por lo que no se describen relaciones, en algunas imágenes que cuentan con un cierto grado de iconicidad mayor, se puede llegar a problematizar a través de ellas, en el sentido que muestran realidades experienciales, pero debe suponerse que se cuenta con conceptos ya definidos y no como fenómenos o procesos aislados.

Lo anterior se relaciona a que varias de las imágenes al evocar hechos cotidianos, que solo se pueden observar, tenderían a generar concepciones erróneas en los estudiantes, como por ejemplo, las imágenes asociadas a la contaminación del aire en la atmósfera no muestran que el aire ya está compuesta de partículas (átomos y moléculas) y se puede llegar a creer que solo los contaminantes atmosféricos son parte del aire. Debido a ello, es que la importancia de contar con una o más imágenes respecto al concepto de aire, que relacione los niveles macroscópico, simbólico y microscópico se hace imperioso y en este sentido, los recursos, a través de imágenes deben ser claras y específicas, no solo para este concepto, si no que para muchos otros conceptos científicos, lo que nos permite realizar un llamado de atención a ilustradores científicos y a quienes eligen las imágenes a la rigurosidad y la reflexión en torno al uso de las imágenes en ciencia.

Nuestra investigación además, reveló, a través de una actividad relacionada a la creación de imágenes propias en la búsqueda de concepciones previas del concepto de aire aplicada a estudiantes de secundaria, que la mayoría de ellos, que fue evaluado a través de los niveles 1

a 5 de las competencias representacionales de Kozam y Russell (2005), siendo el nivel 1 el más básico, que el 66,1% de los y las estudiantes alcanzó este bajo nivel representacional en sus dibujos y solo el 8,5% de estudiantes alcanzaron el nivel 3.

Estas representaciones a través de dibujos del aire de estudiantes, muestra que el foco está en el nivel macroscópico, mostrando situaciones experienciales de hechos cotidianos, centrado en características generales como por ejemplo, la contaminación ambiental, los procesos de respiración y el viento y no en entidades como partículas, que son correspondientes al análisis de las imágenes de Internet, el currículum nacional y los textos escolares en ciencias.

Finalmente, a raíz de nuestros análisis anteriores, es que realizamos un par de actividades secuenciadas que permitirían a los y las docentes en ciencias, realizar una primera e importante interacción con el concepto de aire con sus estudiantes, permitiendo que el concepto estructure y le dé sentido a otros objetivos de aprendizaje en distintas disciplinas que utilizan de manera subyacente el concepto.

En resumen, analizar las representaciones de los estudiantes acerca del aire no solo brinda perspectivas valiosas para la educación científica, sino que también contribuye a la formación de ciudadanos informados, conscientes y responsables. Esto es crucial en un contexto global donde los asuntos relacionados con el aire y el medio ambiente son de vital importancia.

### Contribuciones

Esperamos que nuestra investigación sea un aporte en el sentido de considerar las imágenes utilizadas en ciencias, como representaciones importantes y significativas en los procesos de enseñanza aprendizaje, que generan menos concepciones erróneas, más aprendizajes significativos, desarrollo de habilidades como la visoespacialidad, la curiosidad científica, entre otras, a la vez que se convierten en recursos pedagógicos y didácticos para los y las docentes en ciencias.

Además, esperamos que las actividades sean una contribución, en el sentido que aportan un primer acercamiento al concepto del aire, que esperamos les sirva para estructurar de manera más significativa todos los objetivos de aprendizajes, trabajar de forma intra e interdisciplinaria entre las distintas disciplinas, no solamente científicas, como por ejemplo Lenguaje y para generar aprendizajes significativos en sus estudiantes.

### Bibliografía

- Barker, V. (2000). *Beyond appearances: students' misconceptions about basic chemical ideas*. Durham: Royal Society of Chemistry. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Carrasco, C. J. G., & Martínez, A. M. L. (2014). Las imágenes de los libros de texto y su función en la enseñanza de la historia. Diseño de un instrumento de análisis. *Enseñanza de las Ciencias Sociales: revista de investigación*, 17-29. <https://raco.cat/index.php/EnsenanzaCS/article/view/285716>.
- Chamizo, J. A. (2013). A new definition of models and modeling in chemistry's teaching. *Science & Education*, 22, 1613-1632. <https://doi.org/10.1007/s11191-011-9407-7>



- Chamorro, D., Barletta, N., & Mizuno, J. (2013). El lenguaje para enseñar y aprender las Ciencias Naturales: un caso de oportunidades perdidas para la formación ciudadana. *Revista signos*, 46(81), 3-28. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-09342013000100001>
- Cope, B., & Kalantzis, M. (2015). The things you do to know: An introduction to the pedagogy of multiliteracies. In *A pedagogy of multiliteracies: Learning by design* (pp. 1-36). London: Palgrave Macmillan UK. [https://doi.org/10.1057/9781137539724\\_1](https://doi.org/10.1057/9781137539724_1)
- Gilbert, J., & Watts, M. (1983). Concepts, Misconceptions and Alternative Conceptions: Changing Perspectives in Science Education AU - Gilbert, John K. *Studies in Science Education*, 10(1), 61-98. <https://doi.org/10.1080/03057268308559905>
- Griffin, P., & Care, E. (Eds.). (2014). *Assessment and teaching of 21st century skills: Methods and approach*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-9395-7>
- Grilli Silva, J., Laxague, M., & Barboza, L. (2015). Dibujo, fotografía y Biología. Construir ciencia con ya partir de la imagen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. <http://repositorio.cfe.edu.uy/handle/123456789/402>
- Höffler, T. N., & Leutner, D. (2007). Instructional animation versus static pictures: A meta-analysis. *Learning and instruction*, 17(6), 722-738. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.09.013>
- Justi, R., & Gilbert, J. (2002). Models and modelling in chemical education. In *Chemical education: Towards research-based practice* (pp. 47-68). Dordrecht: Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/0-306-47977-X\\_3](https://doi.org/10.1007/0-306-47977-X_3)
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of computer assisted learning*, 7(2), 75-83. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x>
- Kind, V. (2004). *Mas allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química*. México: Aula XXI / Santillana.
- Kozma, R., & Russell, J. (2005). Students becoming chemists: Developing representational competence. *Visualization in science education*, 1, 121-146. [https://doi.org/10.1007/1-4020-3613-2\\_8](https://doi.org/10.1007/1-4020-3613-2_8)
- Merino, C., & Izquierdo, M. (2011). Aportes a la modelización según el cambio químico. *Educación Química*, 22(3), 212-223. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30137-X](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30137-X)
- Marzabal, A., & Merino, C. (2021). Investigación en educación científica en Chile. ¿. *Dónde estamos y hacia dónde vamos*.
- Ordenes, R., Arellano, M., Jara, R., & Merino, C. (2014). Representaciones macroscópicas, submicroscópicas y simbólicas sobre la materia. *Educación química*, 25(1), 46-55. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(14\)70523-3](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(14)70523-3)
- Palacios, F. J. P., & de Dios Jiménez, J. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 369-386.
- Perales Palacios, F. J. (2006). Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. <http://hdl.handle.net/11162/22268>
- Vygotsky, L. S. (2012). *Thought and language*. MIT press.