

# Ilustraciones en textos de Física: un análisis de ilustraciones respecto al cambio climático

Illustrations in physics texts: an analysis of illustrations regarding climate change

REVISTA  
DE  
ENSEÑANZA  
DE LA  
FÍSICA

Luis Bustos Melín<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Ciudad Universitaria, Avenida Universidad 330, Curauma, Valparaíso. Chile.

E-mail: lbustos@colegiocordillera.cl

## Resumen

En este artículo se describe y analiza la presencia de las imágenes y representaciones, ilustraciones desde aquí en adelante, vinculadas con cambio climático en libros de física. El estudio reviste importancia, ya que el cambio climático se hace cercano a nuestra cotidianeidad, por otra parte, sus consecuencias se han hecho más evidentes y no sólo por los efectos a nivel global que muestran los informes brindados por el panel intergubernamental de cambio climático (IPCC), sino por fenómenos sociales, económicos, políticos y medioambientales observados en todo el mundo. Se utilizó, para el análisis de ilustraciones, las investigaciones en didáctica vinculadas con el estudio de textos escritos e ilustraciones de los libros de ciencia pertenecientes a Jiménez y Perales (2002) y (2001). Desde los estudios anteriores, se realizó el análisis de las ilustraciones desde la función en la secuencia didáctica donde aparecen en el texto, apuntando al “para qué”. Los resultados son descritos respecto a la frecuencia de aparición en cada libro, estableciendo el propósito de las ilustraciones en función de las categorías propuestas por Jiménez y Perales.

**Palabras clave:** Ilustraciones; Cambio Climático; Libros; Texto; Secuencia.

## Abstract

This article describes and analyzes the presence of images and representations, illustrations from now on, linked to climate change in physics books. The study is important, since climate change is becoming close to our daily lives, on the other hand, its consequences have become more evident and not only by the global effects shown by the reports provided by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), but by social, economic, political and environmental phenomena observed around the world. For the analysis of illustrations, we used didactic research linked to the study of written texts and illustrations from the science books belonging to Jiménez y Perales (2002) and (2001). From the previous studies, the analysis of the illustrations was carried out from the function in the didactic sequence where they appear in the text, pointing to the "for what". The results are described with respect to the frequency of appearance in each book, establishing the purpose of the illustrations according to the categories proposed by Jiménez and Perales.

**Keywords:** Illustrations; Climate Change; Books; Text; Sequence.

## I. INTRODUCCIÓN

Hoy reviste importancia analizar y describir las ilustraciones presentes en los libros, ya que estos siguen siendo una fuente fundamental de transmisión y difusión de la información, de hecho, en diversos contextos educativos “*el libro de texto es el medio más ampliamente usado y aceptado, a veces incluso único, por lo miembros de la comunidad educativa (profesores, alumnos y padres)*” (Jiménez y Perales, 2001).

Es así como existen variadas investigaciones en torno a las ilustraciones presentes en los libros y afines, de autores tales como: Jiménez y Perales (2001); Reid (1990); Llorente (1995); Aguilar y otros (2007); Díaz y Pandiella (2007), entre otros.

Ante el uso que se sigue dando a los libros de texto en el marco de los procesos de enseñanza-aprendizaje del aula, con base en las decisiones didácticas y de formación de cada institución educativa, debemos considerar que los libros de texto se convierten en referentes continuos y “...directos de los

*contenidos que se abordan en el aula, de los ejemplos que se utilizan, de las actividades que se desarrollan y de los problemas que se proponen y que resuelven los alumnos*” (Díaz y Pandiella, 2007).

Estas funciones de los libros de texto, plantean una responsabilidad con los lectores-estudiantes en cuanto al mensaje que se transmite a través de los elementos, como las ilustraciones, incluidos en la secuencia de enseñanza del mismo libro, ya que *“los estudiantes de hoy viven inmersos en una cultura de la información plena de representaciones de carácter pictórico, tanto en sus hábitos cotidianos como en el propio ámbito educativo”* (Benarroch y otros, 2008).

El mensaje que transmite cada libro, está acompañado de una serie de elementos que distinguimos, en general como textos e ilustraciones. Ahora debido a que cada ilustración utilizada en los libros de contenido, utiliza una serie de elementos que sólo representan simbólicamente a la realidad sin ser claramente una representación en sí de lo que se está visualizando y tratando de mostrar (Reid, 1990), se hace necesario precisar el tipo de ilustración que se asocia a un contenido que se requiere enseñar. Entonces, se hace relevante evidenciar cómo se están representando las ilustraciones en las secuencias didácticas presentes en cada libro que trata el tema de cambio climático, ya que tal como dice Lorente Cámara *“una de las metas educativas más relevantes se centra en el aprendizaje de los sistemas simbólicos que permiten al estudiante comprender y participar en los intercambios comunicativos y los productos culturales de su entorno”* (2000, p.120).

En la actualidad nuestro entorno cultural social se está viendo afectado por los efectos del cambio climático (Ministerio del Medio Ambiente, 2016). A partir de lo anterior, la acción social colectiva es urgente para minimizar el impacto del cambio climático presente y venidero con la finalidad de combatir la incredulidad y desconexión respecto a los efectos en nuestro entorno (Lawson y otros, 2019). En consecuencia, en Chile a nivel gubernamental se han asumido una serie de retos en torno a la educación ambiental como *“El Programa Nacional de Educación y Sensibilización referente a cambio climático”*, llevado a cabo por el Mineduc. Además, los contenidos en relación a cambio climático, han sido considerados en las nuevas bases curriculares y respectivos programas de estudio de la educación básica y media (MMA, 2017). Al haber presencia en el currículo nacional del cambio climático, es oportuno brindar un análisis de las características de las ilustraciones, acerca de este contenido, presentes en los textos de física. A esto se suma la carencia de estudios en Chile acerca de las ilustraciones de los libros de texto de física respecto a cambio climático.

*A partir de lo anterior, este artículo se focaliza en el análisis de las ilustraciones, lo que Otero y Greca (2004) reconocen como la representación externa donde aparecen símbolos y señales utilizadas con el propósito de comunicarnos, de tal forma que consideramos a las imágenes como elementos que [...]representan alguna entidad del mundo real y son útiles en la medida que sustituyen dicha entidad en ausencia de ella.*(Otero y Greca, 2004)

En el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física, esta disciplina *“requiere construir las representaciones mentales adecuadas para comprender un sistema físico, predecir su evolución y explicar correctamente su funcionamiento, con relación a una teoría física”* (Otero y otros, 2002).

## II. MARCO DE REFERENCIA

### A. El uso de ilustraciones como representación

A medida que ha evolucionado la tecnología, también los medios de transmisión del conocimiento gráfico lo han hecho, dando cabida a potenciar las ilustraciones presentes en los libros, con distintos colores y formas, generando efectos sobre la atención y motivación que el estudiante puede demostrar ante una ilustración determinada. Esto le brinda un nuevo valor a la ilustración, es decir, adquiere la capacidad de controlar la información que el educando puede desprender de la misma (Reid, 1990).

Cada una de las ilustraciones que vemos u observamos en los libros que ocupan nuestros estudiantes es digna de analizar para evidenciar qué realmente se está tratando de representar y cuáles son los mensajes que busca transmitir. Desde esta perspectiva es importante revisar los libros que sugerimos o utilizamos con nuestros alumnos, con la finalidad de prever los posibles errores o mensajes desorientadores que pudiesen transmitir. El desafío no sólo está en la información que ya está elaborada, sino también en las mismas ilustraciones que elaboramos nosotros como docentes, ya sea en la clase misma (pizarra) o en algún material impreso que entregamos en clases. No debemos olvidar que cada ilustración a utilizar con los estudiantes es una mera representación de la realidad y que cualquier parámetro que los modifique o exprese será crucial en la conexión que el estudiante haga entre lo que estamos enseñando y el propósito que buscamos con dicha ilustración (Reid, 1990). Por otra parte, es importante señalar que cada ilustra-

ción utilizada en clases, permite una vinculación correcta con el concepto que representa, haciendo que texto e ilustración posean una conexión significativa para el aprendizaje del estudiante.

De la misma manera, cada uno de los aspectos visuales de las ilustraciones que se utilizan para hablar de cambio climático, debe contar con colores y formas que acerquen al estudiante a motivarse y conectarse con el propósito de la clase y lo que realmente se quiere enseñar a través de dicha ilustración. Independiente de esto se debe complementar con otro material y actividades que permitan captar la percepción de los estudiantes a partir de las mismas ilustraciones, ya que cada una de ellas posee distintas experiencias en torno a la naturaleza de las mismas.

### **B. Enseñanza para la comprensión y pensamiento visible: una forma de evidenciar el pensamiento en ilustraciones**

El aprendizaje tradicional se pone a prueba para responder frente a una sociedad donde *“la información y el conocimiento están creciendo a un paso mucho más rápido que en cualquier otra época de la historia de la humanidad”* (Bransford y otros, 2000). Bajo este panorama el aprendizaje con comprensión se erige como el nuevo objetivo requerido para este siglo XXI. Sin embargo, hoy, tanto los textos como las mismas prácticas pedagógicas de profesores, nos hacen recordar el modelo de procesamiento humano de la información, donde se le brinda protagonismo a la memoria y la transmisión de una ilustración para aprender un conocimiento determinado. Inclusive la memoria es primordial para generar aprendizaje, dejando en segundo plano a la comprensión, esto trae como consecuencia que el sistema educacional tienda a no preparar *“a la gente para pensar y leer críticamente, para expresarse clara y convincentemente, para resolver problemas complejos de ciencias y matemáticas”* (Bransford y otros, 2000), sin embargo, se requiere que estos saberes sean conocidos y desarrollados en toda sociedad que tenga como meta enfrentar con éxito las exigencias de la vida actual.

Frente a estas exigencias de la vida actual surge la enseñanza para la comprensión que a partir del proyecto Cero, realizado por docentes investigadores de la Universidad de Harvard, ha puesto el foco en el pensamiento visible para generar comprensión dentro del marco de los distintos procesos de aprendizaje, denominando a la práctica pedagógica, enmarcada en este propósito, como enseñanza para la comprensión (Ritchhart y otros, 2014). Este foco nos asegura que, en todo proceso de aprendizaje, la comprensión es un elemento que nos permite conectar con el pensamiento inherente a todo ser humano, ya que la comprensión no se entiende como *“un tipo de pensamiento, sino como un resultado del pensamiento”* (Ritchhart y otros, 2014).

Además, parto de la base que el pensamiento no sucede de manera secuencial, progresando sistemáticamente entre niveles, ya que, en virtud de la relación causal entre comprensión y pensamiento descrita anteriormente, se entiende a la comprensión como un fenómeno que, no obstante, desordenado y complejo, se desarrolla en forma dinámica e interconectada.

## **III. METODOLOGÍA**

Las ilustraciones en textos, se analizaron a través de metodología cuantitativa, con base en el cálculo de la frecuencia relativa de la presencia de ilustraciones en los libros de texto, siendo categorizados según la taxonomía de Jiménez y Perales (2001). Desde el estudio aludido, se aplicó la categoría de análisis para las ilustraciones asociadas a la funcionalidad a partir de su aparición en la secuencia didáctica del texto.

Para analizar las ilustraciones en los libros de texto de física se utilizó la taxonomía presente en las investigaciones de Perales Jiménez y Perales (2001), donde se categorizan las ilustraciones con la ayuda de los siguientes criterios:

- |                     |
|---------------------|
| 1: Evocación        |
| 2: Definición       |
| 3: Aplicación       |
| 4: Descripción      |
| 5: Interpretación   |
| 6. Problematización |

**FIGURA 1.** Criterios de clasificación respecto a la función de la secuencia didáctica en la que aparecen las ilustraciones.

Para aplicar estas categorías de análisis se realizó una identificación de los criterios mencionados en unidades de análisis. Estas unidades de análisis corresponden a ilustraciones y texto escrito. Cada unidad de análisis de ilustraciones y texto escrito se denomina, desde aquí en adelante, como evento ilustrado y no ilustrado, respectivamente. Una vez identificados los eventos, según los criterios de aparición en la secuencia, se llevó a cabo un registro y conteo de estos.

Se revisaron cinco textos correspondientes a cuatro editoriales: Santillana, Zig-Zag, SM y Pearson.

En el proceso del análisis de datos se grafica la aparición de los criterios pertinentes según funcionalidad en cada libro, con base en la frecuencia absoluta de eventos ilustrados según un criterio específico y el total de eventos ilustrados. Interesa determinar la frecuencia relativa de aparición de ilustraciones según los diferentes criterios en cada libro. Un libro que emplee muchas definiciones y aplicaciones tiene, obviamente, un enfoque diferente a otro libro que utilice con mayor frecuencia la interpretación o la evocación. El parámetro utilizado para comparar los diversos libros entre sí es la frecuencia relativa con que se produce un evento ilustrado asociado a un criterio, que se obtiene dividiendo la frecuencia absoluta de cada evento ilustrado, por cada criterio, entre el total de eventos ilustrados, tal como a continuación:

$$F(e)=f(e)/N \tag{1}$$

en donde  $F(e)$  representa a la frecuencia relativa de eventos ilustrados o no ilustrados según un criterio,  $f(e)$  la frecuencia absoluta de eventos ilustrados o no ilustrados según un criterio, mientras que  $N$  corresponde al total de eventos ilustrados o no ilustrados, considerando los seis criterios de análisis de ilustraciones.

En la tabla I se presentan los datos de la muestra de textos revisados mediante la investigación didáctica detallada en el párrafo anterior.

**TABLA I.** Textos de física analizados.

Libro	Autores	Año	Editorial	Páginas
L1	Ediciones SM Chile	2019	SM	212-215
L2	Paul G. Hewitt	1998	Pearson/Addison Wesley Longman	345-348
L3	Mauricio Contreras	2017	Zig-Zag	290-294
L4	Mario Toro y Rodrigo Mora	2008	Santillana	146-147
L5	Douglas Giancoli	2006	Pearson Educación	430-431

A partir de estos libros de texto se recopilaron datos, contando los eventos ilustrados y no ilustrados en orden de aparición a partir de los criterios propuestos por Jiménez y Perales (2001). Se efectuó la tabulación considerando los datos recopilados en el dominio de la función didáctica. A cada criterio se le asignó un número entre 1 y 6, tal como aparece en la figura 1. Luego estos mismos datos se llevaron a la gráfica que evidencia dicha aparición.

CRITERIOS	FISICA CONCEPTUAL		TOTAL
	SI	NO	
1	0	1	1
2	0	2	2
3	1	0	1
4	0	0	0
5	5	22	27
6	0	6	6
TOTAL	6	31	37
	FRECUENCIA RELATIVA		
1	0	0,03225806	
2	0	0,06451613	
3	0,16666667	0	
4	0	0	
5	0,83333333	0,70967742	
6	0	0,19354839	

**FIGURA 2.** Se muestra la tabla de conteo y registro para un libro específico analizado. La columna con SI evidencia la presencia eventos ilustrados, mientras que la columna NO da a conocer la presencia de eventos no ilustrados, en ambos casos, según criterios de funcionalidad en torno a la secuencia didáctica propuesta por el libro de texto. Además, se incluye la frecuencia relativa de aparición de dichos eventos según criterio.

En la figura 2 se ejemplifica la organización y registro de eventos ilustrados y no ilustrados junto a los datos de la frecuencia relativa para ambos casos. Con dicha frecuencia relativa se analizó las ilustraciones, determinando también la frecuencia de aparición de las diferentes funciones, propuestas por Jiménez

y Perales, en los cinco textos de física.

#### IV. RESULTADOS

Una vez obtenidas las frecuencias relativas de eventos ilustrados y no ilustrados, según criterio en cada libro, se elabora un gráfico radial para clarificar el análisis, considerando solo los eventos ilustrados, donde se hace uso de la frecuencia relativa y frecuencia absoluta.



FIGURA 3. Gráfico radial que muestra la frecuencia del libro L4.

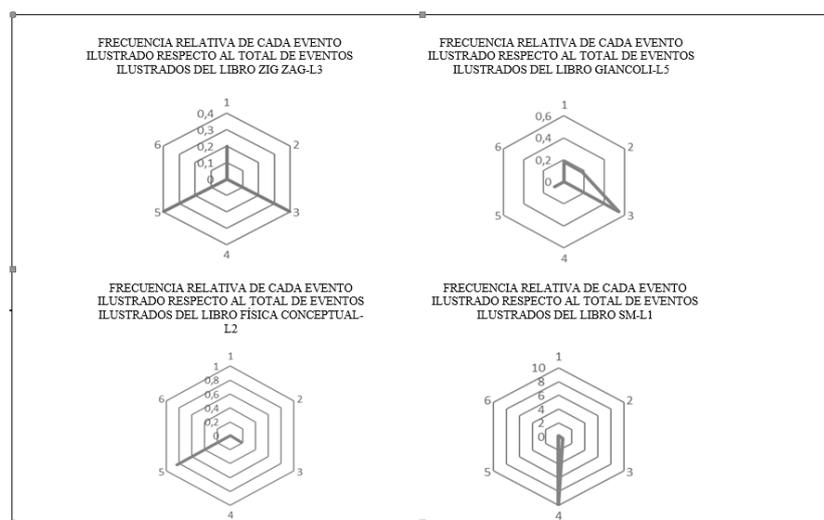


FIGURA 4. Gráficos radiales que muestran la frecuencia relativa de eventos ilustrados respecto al total de eventos ilustrados en cuatro libros analizados en este artículo: L3, L5, L2 y L1, ordenados desde la esquina superior izquierda hasta la parte inferior derecha del recuadro.

En las figuras 3 y 4, respectivamente, se analiza la frecuencia de los eventos con ilustraciones en los cinco libros de texto. Se observan tendencias lineales en el desarrollo de la secuencia de ilustraciones, además no se observa el uso de ilustraciones para problematizar el contenido de la secuencia en torno a cambio climático. Se observa un mayor uso de imágenes relacionadas con el criterio de la interpretación. De hecho, las ilustraciones son utilizadas en la secuencia de los textos para avalar argumentos científicos que sustentan el cambio climático. Por otra parte, el uso de las imágenes en cuanto evocación se utiliza al inicio de uno de los libros (L3) con la finalidad de conectar conocimientos previos del lector hacia el contenido. También se observa que en los libros L1, L2, L4 y L5 no se busca la evocación, lo cual nos hace recordar el mayor interés que se la ha ido brindando al cambio climático a medida que se ven sus

consecuencias a nivel mundial, respecto a este mismo énfasis destaca L3, que está en directa relación con el cambio curricular que se ha dado en Chile; esto coincide con su año de edición, a diferencia de los libros con edición anterior a 2009. Desde la perspectiva del año de edición llama la atención que el libro SM no posea ilustraciones que aludan a la evocación o problematización respecto al cambio climático, pensando en especial que su año de edición es del 2017 (difusión de informes IPCC) junto al hecho que está dirigido a un público lector más joven.

En el caso del libro “Física Conceptual” se acentúa el criterio de la interpretación, mientras que para el libro SM destacan los eventos que cumplen la función de describir. Tiene sentido la diferencia, observando que el público lector para el cual están dirigidos estos libros difiere. En el caso del libro “Física Conceptual” se requiere conocer conceptos más complejos de física, haciendo una proyección al público lector de mayor preparación en el ámbito científico. En cambio, para el libro SM, el público debe observar las ilustraciones más para describir problemas o clarificar alguna situación descrita. Inclusive, en el caso del libro “Física Conceptual”, se observa una tendencia a la aplicación, donde la habilidad que se requiere es de mayor complejidad de pensamiento, dirigida a habilidades más abstractas.

En L3 se observa el énfasis en los criterios de evocación, aplicación e interpretación. Destaca este libro por sobre el resto, ya que se observa en sus ilustraciones que hay una intencionalidad de integrar más funcionalidades, transitando desde la evocación en una primera instancia hacia la interpretación y la posterior aplicación. Dentro de la secuencia de ilustraciones de L3 se observa la intencionalidad de utilizar las ilustraciones tanto para explicar el contenido alusivo a la dinámica climática terrestre, que da origen al calentamiento global, como de justificar con base en gráficos, obtenidos desde los informes del IPCC, el hecho que realmente está ocurriendo un cambio climático.

L5 utiliza ilustraciones haciendo hincapié en la aplicación, cuando explica cómo la actividad humana, en cuanto a las distintas formas de generación de energía, ha ido buscando alternativas para aminorar los efectos antropogénicos. L4 es el texto con la menor cantidad de eventos dedicados a cambio climático y, con mayor razón, las ilustraciones en torno a este tema no abundan. En L4 la tendencia está hacia la interpretación y la definición, lo cual no es de extrañar pensando en la breve extensión de la secuencia alusiva al cambio climático. De todas maneras, ya comienza a aparecer el tema del cambio climático antes de la aparición de las bases curriculares 2009 en Chile, donde el tema se hace oficial en los distintos niveles del currículo en Chile

## V. CONCLUSIONES

Al analizar las secuencias de las ilustraciones en los textos se observa que hay una creciente e incipiente preocupación por incluir el fenómeno del cambio climático, así como que falta mayor diversidad de actividades que permitan problematizar para comprender con base en la reflexión. Otro aspecto es que los libros que aún se utilizan en el sistema educativo, carecen de evidencias vinculados con estudios del IPCC (panel intergubernamental acerca de cambio climático) y tienden a ser de carácter más descriptivo y explicativo con ilustraciones acerca de la Tierra donde se observa la atmósfera y parte de la geósfera.

Frente al desafío que implica aportar para generar una conciencia en los estudiantes acerca del cambio climático, las ilustraciones deberían ser un aporte para que las actividades que las acompañan sean “orientadas a transferir las nuevas formas de ver y explicar a nuevas situaciones, más complejas que las iniciales” (Sanmartí, 2002), pensando especialmente que, según los informes del IPCC (2014), el panorama climático mundial está en constante cambio.

Por otra parte, se observa que, en las secuencias presentes en los libros analizados respecto a las ilustraciones, hay ausencia de problematización, ante un tema que permite la reflexión por sus repercusiones a nivel global. Falta generar una secuencia didáctica con ilustraciones que tiendan a reforzar actividades que permitan, a su vez, elaborar una propuesta basada en la reflexión ante los temas sociocientíficos que se perfilan a partir de los cambios a nivel global debido a que:

*...la irreversibilidad de muchos fenómenos de deterioro ambiental hace que nuestra propia calidad de vida (incluso la de los países ricos) se encuentre en peligro (por ejemplo, bajo los efectos globales del cambio climático, entre ellos los millones de refugiados ambientales que se prevén. (Murga-Menoyo y Novo, 2017)*

Respecto a la estructura de los libros, coincido con que los estos “no se limitan a presentar de una forma ordenada la información disciplinar oportuna” (Jiménez y Perales, 2001), debido a que cambian a distintas categorías de funcionalidad, dependiendo del lector al cual está dirigido.

Por otro lado, observo que falta la inclusión de más ilustraciones que permitan profundizar de distintas formas en el contenido acerca de cambio climático, sabiendo que a partir de las mismas ilustraciones asociadas a actividades “son las que posibilitan que el estudiante acceda a conocimientos que por sí mis-

mo no podría llegar a representarse” (Couso y otros, 2005).

Observo que en los libros no se integran actividades que permitan a los estudiantes representar sus ideas acerca de cambio climático, lo que podría dar luces de la comprensión respecto al mismo tema, ya que una de las herramientas actuales para lograr el propósito de la comprensión es visibilizar los pensamientos, en lo cual comparto la premisa del Proyecto cero de Harvard, el cual afirma que para “*fomentar el pensamiento requiere hacer que el pensamiento sea visible*” (Ritchhart y otros, 2006).

En los textos analizados, la problematización, respecto a los eventos ilustrados, es el criterio menos preponderante para elaborar las secuencias didácticas. En reemplazo de esto lo más característico es la presencia de la evocación, definición y aplicación. Este argumento abre una oportunidad para presentar una propuesta didáctica que implique el uso de la problematización acompañado de un mayor equilibrio en cuanto a la funcionalidad de las ilustraciones. Esto implicaría escoger ilustraciones para una secuencia que favorezca la comprensión a partir de actividades que produzcan un cambio conceptual desde los contenidos. Inclusive, estos temas dan pie para generar actividades que involucren cuestiones sociocientíficas, como un aporte para fortalecer la secuencia, de tal forma que se involucren funcionalidades que apunten a: aplicar describir, interpretar y problematizar, cuando ya se ha evocado y definido.

Las ilustraciones que se visualizan en estos textos, poseen distintas funcionalidades. En el ámbito educativo de los libros, estas funciones deben estar sujetas al contenido curricular que las inspiran sin dejar de lado la intencionalidad pedagógica del docente o equipo docente según sea el caso. Respecto a las funciones de las ilustraciones en los libros de texto, varios autores (Bernad, 1976; Duchastel, 1981; Levin y otros, 1987; Feschotte y Moles, 1991; Gillespie, 1993; Jiménez y Perales, 2002), aseguran que el hacerlos más atractivos, describir situaciones o fenómenos además de explicar situaciones descritas, resultan ser comunes, lo que tendría consecuencias en el aprendizaje profundo de los conceptos asociados a cambio climático dentro de la diversidad de ámbitos que afecta este fenómeno.

Finalmente observo que esta breve investigación acerca de ilustraciones en torno a cambio climático puede aportar para trabajar en las concepciones alternativas acerca del tema con la finalidad de visualizar una mejora en la real comprensión de lo que se ha investigado, cifrado en los informes del IPCC.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios en toda instancia por haberme dado la familia que me ha apoyado incondicionalmente para asumir el desafío de investigar en educación. En especial agradezco profundamente a mi esposa Natalia Tamayo Gaete quien es parte fundamental de mi vida y que sin su amor y apoyo inconmensurable este trabajo no hubiese sido posible. También agradezco a mi madre, Mirtha Melín Marín, gracias a quien pude estudiar la carrera de pregrado y dio cabida, con su amor y apoyo incondicional, a la formación académica y humana que he adquirido en la vida.

Agradezco el apoyo financiero de La Pontificia Universidad Católica de Valparaíso mediante el magister en didáctica de las ciencias experimentales como Beneficiario Beca MDCE 2019, junto al apoyo de mi profesor guía, Dr. Cristian Merino Rubilar, quien fortaleció este trabajo a través de sus orientaciones didácticas en el contexto del magister en didáctica de las ciencias experimentales, donde soy alumno en vías de titulación. También agradezco a los profesores del mismo magister quienes han sido un apoyo académico sólido, brindándome herramientas para sustentar el desarrollo de la investigación.

Finalmente agradezco a la APFA por su apoyo en recibir y evaluar mi trabajo.

## REFERENCIAS

Aguilar, S., Maturano, C. y Núñez, G. (2007). Utilización de imágenes para la detección de concepciones alternativas: un estudio exploratorio en estudiantes universitarios. *Revista electrónica de las enseñanzas de las ciencias*, 6(3), 691-713.

Bernard, J. (1976). *Valoración didáctica y educativa de los textos escolares. Primera etapa de EGB*. Zaragoza, España: Instituto de Ciencias de la Educación, Universidad de Zaragoza.

Bransford, J; Brown, A.,y Cocking, R.(2000). Cómo aprende la gente. En J. Bransford, A. Brown, & R. Cocking (Eds.) *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. Editorial de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos. <http://www.nap.edu/books/0309070368/html/> Traducción del Inglés por Tito Nelson Oviedo A.

Díaz, L. y Pandiella, S. (2007). Categorización de las ilustraciones presentes en libros de texto de Tecno-

logía. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 424-441.

Duchastel, P. C. (1981). Illustrations in Texts: A Retentional Role. *Programmed Learning and Educational Technology*, 18(1), 11-15.

Feschotte, D. y Moles, A. (1991). Cómo se lee una representación gráfica compleja, en Costa, J. y Moles, A. (eds.). *Imagen Didáctica. Enciclopedia del Diseño*, (pp. 87-120). Barcelona: Ceac.

Gillespie, C.S. (1993). Reading graphic display: what teachers should know. *Journal of Reading*, 36(5), 350-354.

Greca, I. M. y Otero, M. R. (2004). Las imágenes en los textos de Física: entre el optimismo y la prudencia. *Caderno catarinense de ensino de física*, 21(1), 35-64

IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC. Genova: Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer.

Jiménez, J. D. y Perales, F. J. (2001). Aplicación del análisis secuencial al estudio de texto escrito y de las ilustraciones de los libros de textos de física y química de la ESO. *Enseñanza de las ciencias*, 1(19), 3-19.

Jiménez, J. D. y Perales, F. J. (2002). Las Ilustraciones en la Enseñanza-Aprendizaje. *Enseñanza de Las Ciencias*, 20(3), 369-386

Levin, J.R., Anglin, U.J. y Carney, R.N. (1987). On empirically validating functions of pictures in prose. En Willows, D.M. y Houghton, H.A. (eds.). *The psychology of illustration*, I, (pp. 51-85). Nueva York: Springer.

Llorente Cámara, E. (1995). *Figura y medios visuales en la enseñanza*. (Tesis doctoral). Universidad del País Vasco.

Llorente Cámara, E. (2000). Imágenes en la enseñanza. *Revista de Psicodidáctica*, 9(1), 119-135.

Ministerio del Medio Ambiente. (2016). Tercera Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Recuperado desde <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/TCN-2016b1.pdf>

Ministerio del Medio Ambiente (2017). Resumen ejecutivo: Tercera Comunicación Nacional de Chile Ante la Convención Marco de Las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Santiago.

Murga-Menoyo, M. Á., y Novo, M. (2017). Sostenibilidad, Desarrollo «Glocal» Y Ciudadanía Planetaria. Teoría De La Educación. *Revista Interuniversitaria*, 29(1), 55-78. <https://doi.org/10.14201/teoredu20172915578>

Otero, M. R., Moreira, M. A. y Greca, I. M. (2002). El uso de imágenes en textos de física para la enseñanza secundaria y universitaria. *Investigações Em Ensino de Ciências*, 7(2), 127-154.

Otero, M. R. y Greca, I. M. (2004). Las imágenes en los textos de Física: entre el optimismo y la prudencia. *Caderno catarinense de ensino de física*, 21(1), 35-64

Reid, D. (1990). The role of pictures in learning biology: Part 1, perception and observation. *Journal of Biological Education*, 3(24), 161-172.

Ritchhart, R., Church, M., y Morrison, K. (2014). *Hacer el Pensamiento Visible*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.

Ritchhart, R., Palmer, P., Church, M. y Tishman, S. (2006). *Thinking Routines: Establishing Patterns of Thinking in the Classroom*.

Sanmartí, N. 2005. La Unidad Didáctica en el Paradigma Constructivista. En Couso, D., Badillo, E., Perafán, G. A., y Adúriz-Bravo, A. (2005). *Unidades didácticas en ciencias y matemáticas*. Bogotá, Colom-

bia: Cooperativa editorial magisterio.