REVISTA ELECTRÓNICA DE INVESTIGACIÓN
EN EDUCACIÓN EN CIENCIAS
ISSN 1850-6666

Análisis de imágenes relacionadas con día/noche, estaciones y fases lunares en textos de enseñanza primaria

Diego Galperin y Andrés Raviolo

dgalperin@unrn.edu.ar, araviolo@unrn.edu.ar

Sede Andina, Universidad Nacional de Río Negro, Bariloche, Argentina.

Resumen

Las investigaciones relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje acerca de los fenómenos astronómicos cotidianos ponen en evidencia que una gran proporción de estudiantes de los distintos niveles educativos, e incluso de docentes, poseen dificultades para la comprensión adecuada de los mismos. Aquí se presenta un análisis centrado en la hipótesis de que algunas de dichas dificultades pueden ser causadas por el modo en que se desarrolla el tema en los libros escolares. Particularmente, se centra la atención en las imágenes presentes en textos de educación primaria en los que se pretende explicar el ciclo día/noche, las estaciones del año y las fases lunares. Se detectaron gran cantidad de errores conceptuales y didácticos, lo que refuerza la hipótesis planteada y sugiere la necesidad de revisión del modo en que son producidos este tipo de materiales educativos.

Palabras clave: Imágenes, Astronomía, Libros, Errores.

Analysis of images related to day/night, seasons and lunar phases in primary school teaching texts

Abstract

Studies related to the teaching and learning of everyday astronomical phenomena reveal that a large proportion of students at different stages of their education, and even teachers, experience difficulties in understanding this subject. An analysis is presented here which focuses on the hypothesis that some of these difficulties may be caused by the way the topic is dealt with in school text books. In particular, attention is drawn to the images presented in primary level text books where it is supposed that the day/night cycle, seasons of the year and lunar phases are explained. A large number of errors in concepts and didactics were detected, which reinforces the hypothesis proposed, and suggests the need to review the way this kind of educational material is produced.

Keywords: Images, Astronomy, Books, Errors**.**

Analyse d'images en rapport avec le jour/la nuit, les saisons et les phases de la lune dans les manuels scolaires (école primaire)

Résumé

Les recherches sur l'enseignement et l'apprentissage des phénomènes astronomiques quotidiens révèlent que de nombreux apprenants de différents niveaux éducatifs, voire des enseignants, montrent des difficultés pour comprendre convenablement ces phénomènes. Voici une analyse centrée sur l'hypothèse que certaines difficultés seraient dues à la façon dont ces sujets sont développés dans les manuels scolaires où on prétend expliquer le cycle jour/nuit, les saisons de l'année et les phases de la lune. De nombreuses erreurs conceptuelles et didactiques ont été constatées, ce qui confirme l'hypothèse posée et suggère donc le besoin de révision de la manière dont sont conçus ces manuels.

Mots clés : Images, Astronomie, Manuels, Erreurs

Recepción: 02/06/2016 *Aceptación: 26/04/2017*

Análise de imagens relacionadas com dia/noite, estações e faces luares em textos de ensino fundamental

Resumo

As pesquisas relacionadas com o ensino e a aprendizagem acerca dos fenômenos astronômicos cotidianos põem em evidência que uma grande proporção de estudantes dos diferentes níveis educativos, e incluso de docentes, possuem dificuldade para a compreensão adequada dos mesmos. Aqui se apresenta uma análise centrada na hipótese de que algumas de ditas dificuldades podem ser causadas pelo modo em que se desenrola o tema nos livros escolares. Particularmente se centra a atenção nas imagens presentes nos textos de educação primária nos que se pretende explicar o ciclo dia/noite, as estações do ano e as faces luares. Grande quantidade de erros conceptuais e didáticos foram detectados, o que reforça a hipótese proposta e sugere a necessidade de revisão do modo em que são produzidos este tipo de materiais educativos.

Palavras-chave: Imagens, Astronomia, Livros, Erros.

1. INTRODUCCIÓN

Los textos escolares se encuentran presentes en la gran mayoría de los establecimientos educativos y en las bibliotecas de los profesores. A su vez, con frecuencia es el mismo docente el que sugiere a sus alumnos la compra de un determinado libro. En consecuencia, estos textos constituyen una fuente de información básica para los docentes, orientando sus acciones y propuestas didácticas y ejerciendo una gran influencia en la configuración de la enseñanza y en la práctica cotidiana dentro del aula.

En este artículo se analizan las imágenes presentes en libros escolares acerca de los fenómenos astronómicos más cotidianos, día/noche, estaciones y fases de la Luna, entendiendo que estas imágenes no son un medio neutro, sino el reflejo de los conocimientos e intenciones de su autor o autores.

Dada la gran cantidad de representaciones relativas a los fenómenos astronómicos presentes en los libros escolares, en este trabajo se han analizado aquellas imágenes presentes en textos de nivel primario relativas a los movimientos observables del Sol y la Luna en el cielo y a la comprensión de los fenómeno del día y la noche, las estaciones del año y las fases de la Luna. Dentro de las representaciones visuales detectadas, se examinaron aquellas que presentan errores conceptuales y/o didácticos que puedan actuar como obstáculos para una comprensión adecuada de estos fenómenos astronómicos por parte de alumnos y docentes.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Características y usos de los libros escolares

Los libros de texto están escritos con una finalidad pedagógica y, por lo tanto, presentan de forma especializada y organizada los aspectos básicos de un tema para un determinado nivel educativo, incluyendo información en diferentes formatos y una propuesta didáctica de un modo explícito o implícito. De este modo, estos textos traducen de alguna forma el currículum, transmiten determinados métodos educativos y determinan, muchas veces, los contenidos a desarrollar y el modo en que éstos son enseñados en las escuelas (Jiménez, 2000).

A su vez, la utilización del libro de texto puede facilitar y transformar la labor del docente permitiendo el desarrollo de actividades de discusión y solución de problemas con los alumnos y el manejo de grupos heterogéneos en edades y habilidades. A su vez, puede ayudar a los docentes a completar sus conocimientos acerca de temas en los que no han recibido una buena formación y colaborar con los alumnos para que puedan estudiar en forma independiente, tanto en clase como en sus casas (Uribe, 2006).

Sin embargo, la utilización del libro de texto en las aulas debe realizarse de un modo crítico, debiendo ser tomado como un material de apoyo y no como una guía única, de modo tal de enriquecer las capacidades de los alumnos y el desempeño del docente. De esta forma se evita que el docente se transforme en un mero administrador del libro escolar, el cual se convierte en el fin mismo de la enseñanza y en una "verdad absoluta" imposible de ser discutida. Para poder prescindir de dicho “textocentrismo”, el docente y los alumnos deben poder cuestionar su contenido, reconociendo que los textos son escritos por personas dentro un contexto determinado, el cual se encuentra impregnado por cuestiones culturales, económicas y políticas (Peña y Rojas, 1997).

En cuanto a la organización que presentan los libros escolares, los mismos se organizan en un formato que incluye textos e ilustraciones. Pese al papel secundario que se le suele conceder a las imágenes tanto en la enseñanza como en la investigación (Perales y Jiménez, 2002), las mismas ocupan aproximadamente el 50% de la superficie de los libros de texto. Sin embargo, estas imágenes suelen considerarse como meros complementos del texto escrito, el cual es valorado como el principal vehículo de transmisión conceptual (Pérez de Eulate et al., 1999). En este sentido, dentro de la investigación educativa de libros escolares predomina la indagación de errores conceptuales presentes fundamentalmente en el texto escrito, prestando escasa atención a la complejidad intrínseca de la imagen y a la relación entre el texto y las ilustraciones.

Al respecto, en contraposición al uso común otorgado a las imágenes para hacer más atractivo y ameno el texto, las mismas pueden cumplir distintas funciones: (a) ayudar en la presentación, evocación y recuerdo de la información a presentar, (b) objetivar y sintetizar descripciones abstractas del discurso verbal, (c) brindar información espacial a partir de mostrar relaciones entre distintas partes de un sistema, (d) proveer información visual de un proceso a través de una secuencia ordenada de ilustraciones y (e) aportar una lectura panorámica de la situación, aprovechando que no está limitada a la lectura secuencial del texto.

El hecho de que las imágenes han ido ganando cada vez más espacio en los libros se debe a cierto "convencimiento", de la industria editorial y del "imaginario pedagógico", de que el uso de recursos visuales constituye un modo de mejorar la comprensión del lector, en cualquier área de conocimiento, incluida la enseñanza de las ciencias naturales. En este sentido, los libros escolares parecen estar sustentados en ideas del sentido común que otorgan a las imágenes externas un carácter de facilitador del recuerdo y de los aprendizajes, como si el contenido de la imagen fuese "evidente". Esto se manifiesta en la cantidad de imágenes presentes en los libros, cantidad que aumenta considerablemente en los primeros años de la escuela primaria, y en la recurrente ausencia de relaciones entre las imágenes y la información que se presenta.

Sin embargo, no es posible afirmar que la presencia de imágenes en los libros de texto provoque una mejora intrínseca en el desempeño escolar de los alumnos. En contraposición, parecería que este uso de los recursos visuales no reporta beneficios cognitivos importantes dadas las grandes dificultades para poder representar internamente de manera adecuada el conocimiento relevante por parte de los estudiantes. Esto se observa en el tratamiento de los contenidos de astronomía, donde los libros de texto exhiben una gran cantidad de representaciones visuales de distinto tipo mientras los estudiantes y docentes continúan manteniendo ideas inadecuadas acerca de los fenómenos astronómicos más cotidianos (Schoon, 1992; Camino, 1995; Greca y Moreira, 1997; Vega Navarro, 2007; Galperin y Raviolo, 2015).

Por lo tanto, resulta necesario profundizar en el abordaje apropiado a llevar adelante en las clases con las imágenes presentes en los libros, de modo tal de que favorezcan la comprensión por parte de los estudiantes (Otero, Moreira y Greca, 2002), y estudiar en qué medida promueven la construcción de representaciones mentales adecuadas (Greca y Moreira, 1998).

2.2. Construcción de representaciones internas

En relación con el modo en que los sujetos construyen representaciones internas con el fin de interpretar el mundo, Johnson-Laird (1983) propuso la existencia de un código representacional formado por proposiciones, imágenes y modelos mentales. Una proposición resulta ser una afirmación verbalmente expresable que puede escribirse a partir de predicados y argumentos, mientras que las imágenes mentales son producto de la percepción y/o de la imaginación y representan aspectos perceptibles de los objetos del mundo real. Por su parte, los modelos mentales son representaciones analógicas que se elaboran en la memoria de trabajo, las cuales permiten dar sentido a las imágenes y realizar inferencias o extraer conclusiones (Greca y Moreira, 1998). En este sentido, comprender una situación o problema implica la posibilidad de elaborar un modelo mental con funciones descriptivas, explicativas y predictivas (Johnson Laird, 1996).

Por su parte, Kosslyn (1986) sugiere la existencia de una transición en el modo de pensar: los niños pequeños utilizarían principalmente imágenes mentales en sus razonamientos, las cuales representan solamente aquellas características más relevantes, mientras que los adultos tenderían a utilizar, en mayor medida, representaciones verbales o proposiciones abstractas. En consecuencia, en este trabajo se sostiene que las representaciones externas, tales como las imágenes presentes en los libros de texto, pueden influir en el proceso de comprensión basado en la construcción de modelos mentales. Sin embargo, la percepción de una representación visual externa no originará, necesariamente, una imagen mental acorde ya que la comprensión de las representaciones externas se produce mediante un complejo proceso personal de representación interna de la información externa. Por último, la utilización preponderante de imágenes mentales por parte de los niños no implica necesariamente que las imágenes externas les resulten sencillas y comprensibles (Otero et. al., 2002).

Dado que las imágenes constituyen uno de los medios de expresión más utilizados a la hora de transmitir información tanto en la sociedad en general como en el ámbito educativo, las representaciones externas de carácter pictórico han pasado a ocupar un lugar central en los libros escolares sin una discusión psicológica adecuada. Algunos estudios recientes muestran que, lejos de resolver las dificultades de comprensión detectadas en los estudiantes, el uso masivo de imágenes presenta dificultades intrínsecas debido a la existencia de una relación incierta entre la representación externa visual que se presenta al alumno y la representación mental que éste logra construir (Otero, Moreira y Greca, 2002; Fanaro, Otero y Greca, 2005; Perales, 2006; Matus Leites, Benarroch y Perales, 2008; Raviolo, 2013).

En la vida diaria es común la idea de que el uso de imágenes mejora la comprensión y el rendimiento escolar ya que actúan reduciendo el nivel de abstracción, promoviendo el recuerdo y la imaginación, vinculando el conocimiento científico a la realidad de todos los días y motivando a los estudiantes (Otero y Greca, 2004). A su vez, el uso de imágenes en los libros escolares se encuentra fundamentado a partir de su supuesto rol pedagógico (Fanaro et. al., 2005): "se graban" en la cabeza y no se olvidan, son "sencillas" y "evidentes", no necesitan explicación y se comprenden mejor que las palabras. Sin embargo, estas afirmaciones no son válidas en todos los contextos ya que la construcción de una determinada representación interna dependerá de los conocimientos previos del estudiante, de su interés en la temática, del modo de desarrollo de las clases, de sus concepciones alternativas, de sus capacidades propias y del proceso de construcción de significado que se lleve a cabo a partir de la imagen. En consecuencia, los alumnos pueden perderse en el camino de la imagen a la conceptualización, mal interpretar las imágenes y generar nuevas concepciones alternativas o reforzar las ya presentes (Raviolo, 2013).

Por otro lado, muchas veces se requieren habilidades mentales espaciales para lograr interpretar las imágenes, las cuales son necesarias con el fin de retener y manipular representaciones abstractas (Harle y Towns, 2011). Estas habilidades cobran relevancia al querer interpretar imágenes relacionadas a los fenómenos astronómicos, las cuales muchas veces implican la necesidad de poseer destrezas en la visualización, orientación y rotación espacial.

En consecuencia, los docentes deben ser conscientes de las limitaciones y dificultades asociadas al uso de las imágenes presentes en los libros de texto y en otros materiales que utilizan este tipo de recursos, para lo cual será necesario contar con un conocimiento disciplinar y didáctico del contenido a desarrollar en las clases con el fin de llevar a cabo una selección adecuada de dichos recursos.

Recepción: 02/06/2016 *Aceptación: 26/04/2017*

2.3. Concepciones sobre día/noche, estaciones y fases lunares

El análisis llevado a cabo de las imágenes sobre los fenómenos astronómicos cotidianos incluidas en los libros de texto ha puesto en evidencia una importante correspondencia entre los errores detectados en ellas y las concepciones más comunes presentes en estudiantes de todos los niveles educativos, e incluso en docentes, acerca de las causas de dichos fenómenos (Galperin et al., 2014). Dichas concepciones han sido analizadas en una extensa cantidad de trabajos de investigación, algunos de los cuales han indagado acerca de los modelos con los que los alumnos intentan explicar los fenómenos del día y la noche, las estaciones del año y las fases de la Luna (Schoon, 1992; Vosniadou y Brewer, 1992, 1994; Trumper, 2001; Trundle et. al., 2007; Vega Navarro, 2007; Galperin y Raviolo, 2015). A su vez, otras investigaciones han indagado acerca de las concepciones sobre estos fenómenos presentes en maestros de primaria y en futuros docentes, mostrando similitudes entre los modelos explicativos que utilizan los docentes con los que ponen en juego los alumnos (Camino, 1995; Schoon, 1995; De Manuel, 1995; Atwood y Atwood, 1995, 1996; Martínez Peña y Gil Quílez, 2001; Trundle et. al., 2002, 2006; Vega Navarro, 2001, 2007; Fernández Nistal y Peña Boone, 2007; Bayraktar, 2009).

Respecto a las causas del día y la noche, las concepciones detectadas más comunes son:

- El Sol se oculta y sale la Luna.
- Cuando está el Sol, no está la Luna (acercamiento y alejamiento del Sol y de la Luna).
- Las nubes tapan el Sol durante la noche.
- La Luna tapa el Sol.
- La Tierra rota mientras el Sol y la Luna se encuentran estáticos en el espacio en posiciones opuestas respecto a nuestro planeta.
- La Luna y el Sol giran en torno a la Tierra en posiciones opuestas.
- La Tierra orbita al Sol en 24 horas sin girar sobre su eje.
- La Tierra rota sobre su eje.

Como puede notarse, muchas de las concepciones anteriores tienen su origen en la idea errónea muy común presente en niños, e incluso en muchos adultos, respecto a que la Luna se observa en el cielo todas las noches. Por lo tanto, la Luna es incorporada en muchas de las explicaciones, las cuales se "adaptan" a este supuesto conocimiento. En este sentido, algunos de los modelos explicativos mencionados anteriormente constituyen lo que Vosniadou y Brewer (1994) llaman "modelos sintéticos", donde se combinan aspectos de un modelo inicial e intuitivo basado en la experiencia cotidiana ("la Luna se ve todas las noches") con aspectos de la cultura aceptada ("la Tierra es esférica y rota sobre sí misma").

Por otro lado, muy pocas investigaciones se han centrado en analizar las concepciones alternativas en relación a cómo se desplazan el Sol y la Luna en el cielo, lo cual resulta indispensable para comprender adecuadamente los fenómenos del día y la noche, las estaciones del año y las fases de la Luna desde un sistema de referencia topocéntrico, el cual se encuentra centrado en la posición de un observador ubicado en un punto determinado de la superficie terrestre (Camino, 1999; Galperin, 2011). Sin embargo, se ha detectado que ciertos errores en las imágenes presentes en los libros escolares se relacionan con una inadecuada comprensión de dichos desplazamientos.

Utilizando este sistema de referencia local, el día puede caracterizarse como el lapso de tiempo en el que el Sol se ubica por encima del horizonte mientras realiza su movimiento diario desde el horizonte oriental al occidental.

En contraposición a lo que muchas personas piensan, este desplazamiento se produce justo de este a oeste únicamente dos días al año: en los equinoccios. Por lo tanto, no pueden utilizarse las salidas o puestas del Sol como referencia para ubicar los puntos geográficos este u oeste, respectivamente.

Otros errores detectados en imágenes presentes en libros escolares se encuentran relacionados con indicar inadecuadamente el plano de movimiento del Sol en el cielo, el cual en la Argentina se encuentra inclinado hacia el norte debido a su ubicación geográfica dentro del hemisferio sur terrestre (Galperin, et al., 2014). Esto implica que, contrariamente a lo que la mayoría de las personas creen, un observador situado en casi cualquier localidad de nuestro país nunca tendrá al Sol en el cénit[1] y, si mira en dirección al Sol, siempre observará su recorrido de derecha a izquierda. Por otra parte, debido al huso horario utilizado por la Argentina (UTC -3), el mediodía solar no ocurre nunca a las 12 hs, dependiendo este horario de la longitud geográfica del lugar de observación. En las localidades situadas más hacia el este de la Argentina, el mediodía solar se produce cerca de las 12.20 hs, mientras que ocurre cerca de las 13.50 hs en aquellos lugares situados más hacia el oeste.

En relación con la causa de las estaciones del año, la concepción mayoritaria en niños y adultos es la que sostiene que este fenómeno se debe a la distancia variable entre la Tierra y el Sol a medida que nuestro planeta se traslada en su órbita. En este sentido, un video realizado hace más de dos décadas mostró que la mayor parte de los graduados de Harvard no podía explicar adecuadamente las estaciones del año ni las fases lunares (Schneps, 1989), manteniendo concepciones alternativas similares a las identificadas en niños de escolaridad primaria y en alumnos de secundaria.

A su vez, la mayor parte de los adultos asocian las estaciones del año con la traslación de la Tierra alrededor del Sol, dejando de lado la inclinación del eje terrestre, lo que refuerza la idea errónea que asocia estaciones con la posición de la Tierra más cerca o más lejos del Sol.

Por otro lado, son escasos los estudios en relación a las ideas más comunes sobre el modo en que se desplaza el Sol en el cielo de un día al otro y sobre cómo este movimiento anual permite explicar las estaciones del año en forma topocéntrica. Desde este sistema de referencia, las diferencias estacionales pueden comprenderse a partir del movimiento anual del Sol hacia el norte y hacia el sur, lo que hace que su trayectoria se observe más alta o más baja a lo largo del año, provocando la llegada de sus rayos con diferente inclinación a medida que pasan los días y la variación de la cantidad de horas en que el Sol se ubica por encima del horizonte local. Por lo tanto, este desplazamiento

[1] Esto no se cumple en fechas cercanas al 21 de diciembre en localidades situadas a una latitud sur menor a los 23,5°, lo cual abarca una pequeña zona de la Argentina ubicada al norte de las provincias de Jujuy, Salta y Formosa.

provoca que el Sol no salga ni se ponga por el mismo lugar ni en el mismo horario todos los días, lo cual se encuentra íntimamente relacionado con el fenómeno de las estaciones.

Respecto a las causas de las fases lunares, las concepciones más comunes detectadas en niños y adultos en los distintos trabajos de investigación son las siguientes:
- La parte que falta de la Luna está en otra parte de la Tierra.
- Una nube tapa parte de la Luna.
- La sombra de la Tierra impide ver toda la Luna.
- La forma de la Luna cambia en función de cómo es vista desde la Tierra su parte iluminada.

En la mayor parte de los estudios llevados a cabo, la noción predominante es la que identifica a la sombra de la Tierra como causa de este fenómeno, indicando una gran confusión entre las fases lunares y los eclipses. A su vez, una proporción importante de estudiantes y de docentes suele no poder esbozar una explicación sobre la causa de las fases.
Por otro lado, al igual que con el ciclo día/noche y con las estaciones del año, existen pocos estudios que analicen las ideas presentes en niños y adultos en relación al modo en que se desplaza la Luna en el cielo. En este sentido, la mayor parte de las personas desconoce que, debido al giro diario de toda la esfera celeste, la Luna se desplaza en el mismo día en forma análoga al Sol: saliendo por algún lugar del horizonte oriental hasta ocultarse, varias horas después, por algún lugar del horizonte occidental. A su vez, existe gran desconocimiento respecto a que la Luna no se encuentra en la misma posición en el cielo al observarla dos días seguidos a la misma hora: ésta se desplaza notoriamente hacia el horizonte oriental, lo que causa que su salida se retrase cada día que pasa. Este “movimiento propio” de la Luna "hacia oriente" provoca las fases: pese a que el Sol ilumina constantemente la mitad de la superficie de nuestro satélite que “apunta” hacia el Sol, desde la superficie terrestre no es posible ver siempre toda su mitad iluminada debido a que la Luna cambia su posición angular respecto al Sol a medida que se desplaza en el cielo de un día al otro (Galperin, 2016). Por otro lado, pese a que en un mismo día la fase lunar es igual para todos los observadores terrestres, el lado de la Luna que se ve iluminado varía según el hemisferio en que se encuentre el observador. Por ejemplo, la Luna en cuarto creciente presenta su lado izquierdo iluminado cuando se la observa desde el hemisferio sur, mientras que muestra su lado derecho iluminado cuando se la observa ese mismo día desde el hemisferio norte.

La información precedente respecto al modo en que se desplazan el Sol y la Luna en el cielo y las concepciones presentes en niños y adultos respecto a las causas del día y la noche, las estaciones del año y las fases lunares deben ser muy tenidas en cuenta a la hora de diseñar las imágenes que se incluirán en los libros escolares. Como se verá a continuación, muchas imágenes transmiten información errónea y/o promueven interpretaciones que pueden causar el refuerzo de las concepciones alternativas más comunes mencionadas anteriormente.

3. METOLOGÍA

Se analizaron 20 libros de texto correspondientes al nivel primario que son o han sido utilizados en las escuelas de la zona de El Bolsón, Argentina, en los últimos años. La mayoría de ellos han sido editados en la última década y, para simplificar el análisis, se decidió centrarse únicamente en las imágenes relacionadas con la explicación de los fenómenos del día y la noche, las estaciones del año y las fases de la Luna, tanto desde el sistema de referencia heliocéntrico, externo a la Tierra, como del sistema de referencia topocéntrico.
Algunos libros adicionales encontrados no fueron tenidos en cuenta al no desarrollar explícitamente estos contenidos. Los datos de los libros examinados y la cantidad de imágenes analizadas en cada uno de ellos se presenta en la *Tabla 1*. Todos estos libros fueron editados en la República Argentina.

Nro.	Nombre del libro	Editorial	Año	Nivel	Imágenes analizadas
1	Soy de primero	EDIBA	2008	1º grado	1
2	Hola, mi libro y yo 1º	EDIBA	2006	1º grado	3
3	Hola, mi libro y yo 2º	EDIBA	2007	2º grado	1
4	Vamos mi libro y yo 3º	EDIBA	2008	3º grado	3
5	Manual 4. Santillana Comprender	Santillana	2008	4º grado	9
6	Caramelos de Coco y Dulce 3º	Estación Mandioca	2010	3º grado	3
7	Quiero aprender. Manual 4º	Tinta Fresca	2010	4º grado	5
8	Soy de quinto	EDIBA	2009	5º grado	6
9	Ciencias Naturales 6º EGB	Santillana	2004	6º grado	2
10	Ciencias Naturales 4º	Kapelusz	2005	4º grado	3
11	Ciencias Naturales 4: mentes en red	Edebé	2011	4º grado	4
12	Ciencias Naturales 4 Federal: Herramientas para aprender	Kapelusz	2011	4º grado	7
13	Una rana mete la pata 2: áreas integradas	Aique	2008	2º grado	2
14	Chubut pura naturaleza	Min. Educ. Chubut	2006	4º grado	1
15	Manual Punto de encuentro 6	Ediciones SM	2012	6º grado	4
16	ACTIVA 6 EGB Soc/Nat Fed	Puerto de palos	2001	6º grado	5
17	El Libro de la Naturaleza 7	Estrada	1998	7º grado	5
18	Manual 5EGB	Santillana	1997	5º grado	3
19	Yo soy de sexto	EDIBA	2013	6º grado	3
20	Ciencias Naturales 7	Santillana	2011	7º grado	2

Tabla 1: Listado de libros de texto analizados

El análisis llevado a cabo ha tenido en cuenta la presencia de dos tipos de errores en las imágenes de los libros: los conceptuales y los didácticos. Los errores conceptuales son aquellos vinculados con una compresión inadecuada del fenómeno natural que se intenta explicar. En este sentido, relacionar explícitamente la noche con la presencia de la Luna en el cielo es un error conceptual debido a que dicho fenómeno sólo tiene relación con la ausencia del Sol. Otro ejemplo de este tipo de errores es indicar que la salida del Sol permite determinar los puntos cardinales, desconociendo que el Sol sale justo por el este sólo dos días al año y que su corrimiento anual respecto a esta posición es realmente muy notorio (ver *Figura 1*).

Por otro lado, los errores didácticos son aquellos que promueven aprendizajes inadecuados en los alumnos debido al tratamiento didáctico que se realiza del contenido que se desea enseñar. En este sentido, la interpretación de explicaciones, esquemas o imágenes por parte de los alumnos (incluso imágenes correctas desde el punto de vista científico) pueden provocar el refuerzo de las propias concepciones alternativas de los estudiantes previas al proceso de instrucción.

Por ejemplo, cuando se desea explicar el día y la noche a partir de la rotación terrestre, no es adecuado colocar en una imagen a la Luna girando alrededor de la Tierra (aunque sea en forma correcta). Esto representa un error didáctico ya que la presencia de la Luna refuerza la idea alternativa presente en grandes y chicos relativa a asociar a la noche con la Luna. Otro ejemplo de este tipo de errores es dibujar la órbita de la Tierra o indicar su movimiento de traslación cuando se desea explicar el día y la noche, reforzando la concepción alternativa que sostiene que dicho fenómeno está relacionado con el giro de la Tierra alrededor del Sol (ver *Figura 2*).

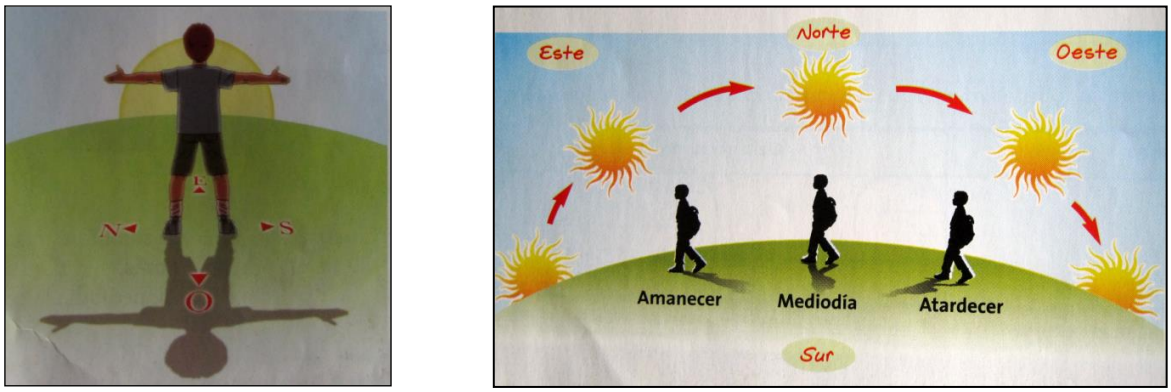

Figura 1: Imágenes que presentan errores conceptuales. Izquierda: la salida del Sol un día cualquiera no permite determinar el este geográfico. Derecha: en Argentina, el movimiento diario del Sol en el cielo no se produce de izquierda a derecha.

Figura 2: Imágenes que presentan errores didácticos. Izquierda: la imagen refuerza la concepción alternativa que asocia la noche con la presencia de la Luna. Derecha: la flecha grande refuerza la idea que asocia el ciclo día/noche con la traslación. El uso de imágenes animistas puede reforzar concepciones alternativas.

A su vez, existen dificultades intrínsecas relacionadas con la demanda de habilidades espaciales por parte del lector para poder interpretar adecuadamente algunas de las ilustraciones. En particular, muchas de las imágenes acerca de los fenómenos astronómicos requieren una cierta habilidad de orientación espacial para lograr imaginar cómo se vería un objeto o un conjunto de ellos desde una perspectiva diferente a la del observador (la Tierra desde el espacio, por ejemplo).

Por su parte, dado que los dibujos esquemáticos que se presentan en los textos constituyen construcciones humanas que persiguen una intención específica, es común que muchas imágenes astronómicas presenten errores didácticos debido a cualidades particulares que dificultan o complican su interpretación:

a) Se representa algo que no es posible ver desde ninguna posición de observación debido a haber forzado demasiado las simplificaciones en escala y perspectiva respecto a lo real. Por ejemplo, dibujar el Sistema Solar fuera de escala y con todos los planetas alineados (ver *Figura 3a*).
b) Se representa desde una posición de observación lo que se vería desde otra. Por ejemplo, dibujar la Luna en fase

en el espacio exterior tal como se la observa desde la superficie terrestre (ver *Figura 3b*).

c) Se representa en una misma imagen lo que se vería desde dos posiciones de observación. Por ejemplo, dibujar la Tierra en el espacio exterior y representar el espacio que da hacia el Sol de color celeste y el opuesto al Sol de color negro, tal como se vería el cielo desde la superficie terrestre (ver *Figura 3c*).

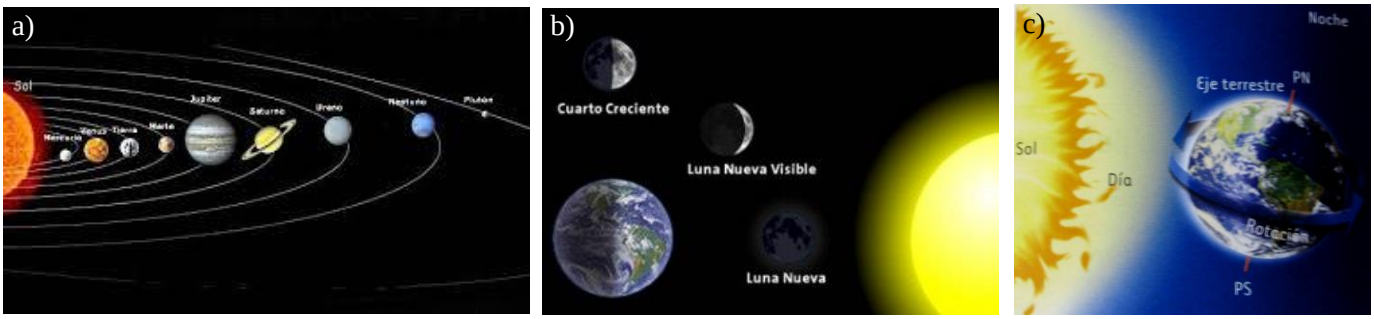

Figura 3: Imágenes que presentan errores didácticos debido a que requieren el uso de habilidades mentales espaciales para su comprensión. Las mismas promueven la construcción de ideas erróneas.

4. RESULTADOS

4.1. Análisis de imágenes sobre el día y la noche y el movimiento diario del Sol

Del total de libros analizados, en 19 de ellos se desarrolla el fenómeno del día y la noche utilizando 28 imágenes asociadas con dicho fenómeno. El análisis llevado a cabo permitió determinar que en 3 de estos libros las imágenes no presentan errores conceptuales ni didácticos (15,8 %), aunque sólo uno de ellos desarrolla el fenómeno del día y la noche a partir de la rotación terrestre y, a su vez, de su relación con el desplazamiento diario del Sol en el cielo. Los otros dos presentan un desarrollo basado solamente en el movimiento de rotación de la Tierra. De los restantes libros, en 10 de ellos se identificaron imágenes que poseen errores conceptuales (52,6 %), en 3 de ellos imágenes con errores didácticos (15,8 %) y en otros 3 se detectaron imágenes con errores conceptuales y didácticos (15,8 %). Como queda en evidencia, un 84,2 % de los libros analizados posee errores de distinto tipo (ver *Gráfico 1*).

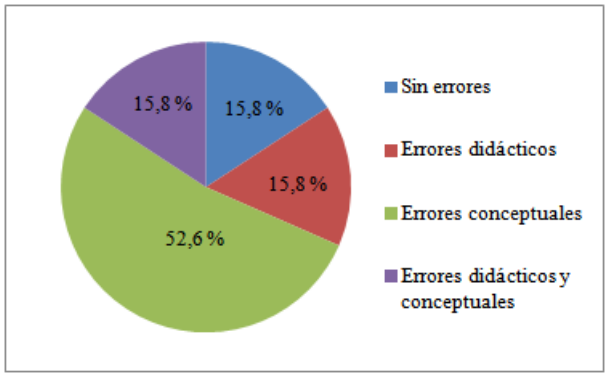

Gráfico 1: Porcentaje de libros en los que se detectaron los distintos tipos de errores en las imágenes correspondientes al fenómeno del día y la noche.

A continuación se brinda un detalle de los errores conceptuales y didácticos detectados en las imágenes presentes en los libros analizados y la cantidad de textos en los que se ha encontrado cada uno de estos errores.

Errores conceptuales:

a) El planeta Tierra no está iluminado adecuadamente (6 libros). Esto se debe a que la parte iluminada no apunta hacia el Sol, a que la Tierra no posee una mitad iluminada y una mitad oscura, o a que la parte oscura de la Tierra se dibuja circular, como si correspondiese a la sombra de un objeto esférico no presente en la imagen.
b) El Sol sale siempre por el este, lo que permite utilizar este evento astronómico para ubicar los puntos cardinales (4 libros).
c) Cuando se observa en dirección al Sol, éste se mueve de izquierda a derecha (3 libros).
d) Se incluye a la Luna en la explicación del día y la noche. Se la dibuja en el espacio en posición opuesta al Sol respecto a la Tierra, como si sólo se viese de noche (2 libros).
e) El mediodía solar ocurre a las 12 hs, momento en que el Sol se encuentra en el cénit (1 libro).
f) El Sol sale y se pone por el mismo lado del horizonte (1 libro).
g) La Luna llena se observa mucho más grande que el Sol y sale por el mismo punto del horizonte por el que lo hace el Sol ese mismo día (1 libro).

Errores didácticos:

a) Representar el cielo nocturno visto desde la superficie terrestre e incluir en él a la Luna para explicar el día y la noche (5 libros).
b) Incluir dibujos animistas para representar al Sol y a la Tierra (2 libros).
c) Incluir a la traslación de la Tierra en la imagen explicativa del día y la noche (1 libro).
d) Asociar el ciclo día/noche con las actividades que se realizan en cada momento del día sin hacer mención a la causa astronómica de este fenómeno (1 libro).
e) Superponer en una misma imagen dos puntos de vista representando el espacio exterior con los colores del cielo terrestre: celeste del lado de la Tierra que mira hacia el Sol y negro del lado opuesto (2 libros).
f) Superponer en una misma imagen dos puntos de vista representando el movimiento de la Tierra en el espacio junto con las actividades que se realizan de día o de noche en la superficie terrestre (1 libro).

Es importante aclarar que la presencia de un determinado error en una imagen presente en uno de los libros analizados no implica en modo alguno la ausencia de otros errores en el mismo libro o incluso en la misma imagen. Como ejemplo de esto, en uno de los libros se analizaron

Recepción: 02/06/2016 *Aceptación: 26/04/2017*

un total de 5 imágenes relacionadas con el día y la noche y con el movimiento diario del Sol, en las cuales se detectaron 3 errores conceptuales y 1 error didáctico. En contraposición, 6 de los libros analizados presentaban un solo error, ya sea didáctico o conceptual (ver *Figura 4*).

Figura 4: Ejemplo de imagen analizada en relación al día y la noche. Presenta los errores conceptuales a) y d) y el error didáctico f).

4.2. Análisis de imágenes sobre las estaciones del año y el movimiento anual del Sol

Del total de libros analizados, en 14 de ellos se desarrolla el fenómeno de las estaciones del año utilizando 33 imágenes asociadas con dicho fenómeno. El análisis llevado a cabo permitió determinar que en 6 libros las imágenes no presentan errores conceptuales ni didácticos (42,9 %), aunque en sólo 2 de ellos se desarrolla el fenómeno de las estaciones relacionando el movimiento de la Tierra en el espacio, y la inclinación de su eje, con el cambio anual en la altura del Sol en el cielo en el mediodía solar. Los otros 4 libros presentan un desarrollo basado solamente en un sistema de referencia externo a la Tierra sin considerar qué es lo que puede observarse desde la superficie terrestre en relación a este fenómeno. De los restantes libros, en 2 de ellos se identificaron imágenes que poseen errores conceptuales (14,3 %), con errores didácticos se detectaron otros 2 libros (14,3 %) y en otros 4 libros se detectaron imágenes con errores conceptuales y didácticos (28,6 %). Como puede notarse, un 57,1 % de los libros analizados posee errores (ver *Gráfico 2*).

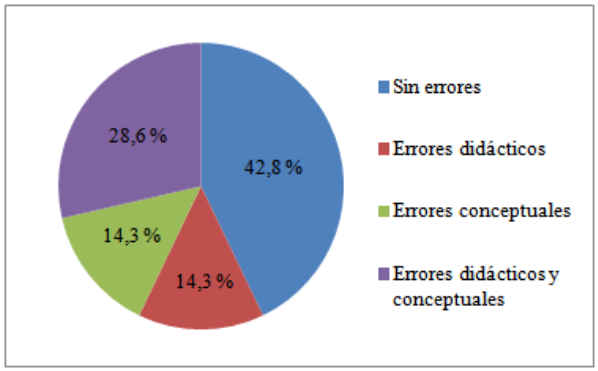

Gráfico 2: Porcentaje de libros en los que se detectaron los distintos tipos de errores en las imágenes correspondientes a las estaciones del año.

A continuación se detallan los errores didácticos y conceptuales detectados en las imágenes en relación a las estaciones del año, incluyendo la cantidad de textos en los que se ha encontrado cada uno de estos errores.

Errores conceptuales:

a) Asociar las estaciones del año sólo con la traslación de la Tierra, sin indicar explícitamente la inclinación del eje terrestre (2 libros).
b) Al dibujar las diferentes trayectorias del Sol a lo largo del año (más altas o más bajas), mostrar que el movimiento diario del Sol se produce de izquierda a derecha (2 libros).
c) Indicar las fechas de inicio de cada estación para el hemisferio sur como si fuesen válidas para toda la Tierra (2 libros).
d) Representar la órbita de la Tierra muy elíptica, dando a entender que el afelio y el perihelio terrestre son causa de las estaciones (1 libro).
e) Indicar que en verano los rayos del Sol llegan verticalmente a todo un hemisferio (1 libro).
f) No mantener el eje de la Tierra siempre paralelo a sí mismo mientras la Tierra se traslada (1 libro).
g) Dibujar el plano de movimiento diario del Sol en el cielo a 90º respecto del horizonte local (1 libro).
h) Representar el Sol en el cénit en el mediodía solar correspondiente al verano (1 libro).

Errores didácticos:

a) Representar la órbita de la Tierra como una elipse con una excentricidad exagerada (3 libros).
b) Asociar las estaciones con los fenómenos terrestres que ocurren en cada momento del año (caída de hojas de árboles, nevadas, etc.) sin hacer mención a la causa astronómica que provoca estos fenómenos (2 libros).
c) Dibujar la Luna en una imagen en la que se desea explicar solamente las estaciones del año (1 libro).

Al igual que en el análisis de las imágenes acerca del día y la noche, la presencia de un determinado error en una imagen de uno de los libros analizados no implica la ausencia de otros errores en la misma imagen y/o en el mismo libro. Sin embargo, si se compara el análisis sobre las imágenes relacionadas con las estaciones del año con el llevado a cabo sobre el fenómeno del día y la noche, es notoria la diferencia en cuanto a la proporción de libros que no presentan errores de ningún tipo: 42,8 % de los textos que desarrollan el tema estaciones del año contra un 15,8 % de los libros que desarrollan el día y la noche. En las *Figuras 5, 6 y 7* se presentan imágenes que poseen errores conceptuales y/o didácticos.

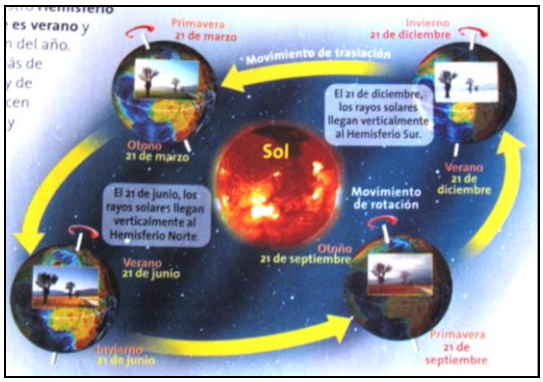

Figura 5: Ejemplo de imagen analizada en relación a las estaciones. Presenta los errores conceptuales d) y e).

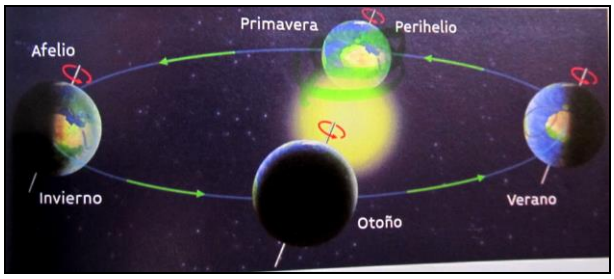

Figura 6: Ejemplo de imagen analizada en relación las estaciones. Presenta los errores conceptuales c) y d) y el error didáctico a).

Figura 7: Ejemplo de imagen analizada en relación a las estaciones. Presenta los errores conceptuales b) y h).

4.3. Análisis de imágenes sobre las fases de la Luna y su movimiento propio en el cielo

Del total de libros analizados, en 9 de ellos se desarrolla el fenómeno de las fases lunares utilizando 10 imágenes asociadas con dicho fenómeno. En la totalidad de estos libros se detectaron imágenes relativas al fenómeno que poseían errores conceptuales y/o didácticos. Al analizar los 9 textos se determinó que 2 de ellos incluyen imágenes que poseen errores didácticos (22,2 %), en 3 de ellos se identificaron imágenes que poseen errores conceptuales (33,3 %) y en otros 4 libros se detectaron imágenes con errores conceptuales y didácticos (44,5 %). No hay ningún libro que presente imágenes sin errores (ver *Gráfico 3*).

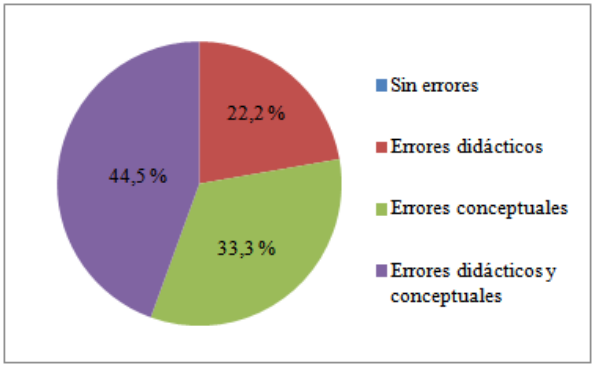

Gráfico 3: Porcentaje de libros en los que se detectaron los distintos tipos de errores en las imágenes correspondientes a las fases de la Luna.

A continuación se detallan los errores didácticos y conceptuales detectados en las imágenes relacionadas con el fenómeno de las fases lunares, incluyendo la cantidad de textos en los que se ha encontrado cada tipo de error.

Errores conceptuales:

a) Representar la Luna en el espacio exterior sin que su mitad iluminada "apunte" hacia el Sol (3 libros). Una imagen analizada llega a mostrar que la mitad de la Luna que está iluminada "mira" hacia la Tierra.
b) Indicar el giro de la Luna y su correspondiente lado iluminado por el Sol, tal como se observa desde el hemisferio norte (2 libros).
c) Representar la Luna en el espacio exterior con fases, como se la puede observar desde la superficie terrestre (2 libros).
d) Dibujar distintas fases y que sus nombres no coincidan con la forma correspondiente de la Luna tal como se la observa desde la Argentina (2 libros).

Errores didácticos:

a) Representar las distintas fases de la Luna tal como se las observa en el cielo sin indicar la causa de este fenómeno (3 libros).
b) Explicar simultáneamente las fases lunares junto con el fenómeno de la cara de la Luna no visible desde la Tierra (2 libros).
c) No indicar la posición del Sol en el espacio exterior iluminando una mitad de la Luna (1 libro).
d) Dibujar todas las fases tal como se las observa en el cielo en la misma imagen, como si las mismas pudiesen ser observadas durante el transcurso de la misma noche (1 libro).

Como puede verse, ninguna de las imágenes presentes en los libros analizados resulta adecuada, lo que muestra que el tratamiento es sumamente desacertado en todos los textos que desarrollan el fenómeno. Esto llama la atención al ser libros que tienen como fin lograr una comprensión adecuada del fenómeno por parte de estudiantes de nivel primario. Las *Figuras 8 y 9* presentan algunas de las imágenes analizadas y los errores detectados en ellas.

Figura 8: Ejemplo de imagen analizada en relación a las fases lunares. Presenta los errores conceptuales a), c) y d) y el error didáctico c).

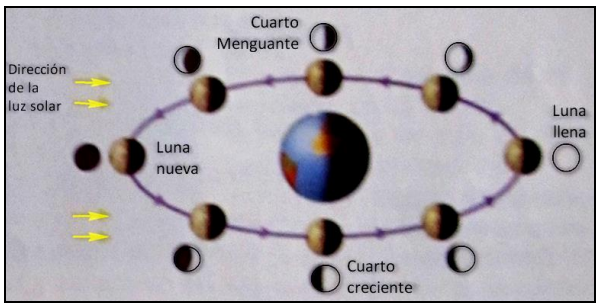

Figura 9: Ejemplo de imagen analizada en relación a las fases lunares. Presenta los errores conceptuales b) y d).

5. CONCLUSIONES

Pese a que los 20 libros analizados no constituyen la totalidad de los libros utilizados en las escuelas primarias de la Argentina, es factible suponer que el análisis llevado a cabo brinda un diagnóstico del modo en que en ellos se desarrollan los fenómenos del día y la noche, las estaciones del año y las fases lunares. Esto puede sugerirse ya que los libros de texto de la muestra a la que se tuvo acceso no han sido seleccionados por ningún tipo de criterio previo.

El análisis llevado a cabo permitió reconocer una gran cantidad de errores conceptuales y didácticos en las imágenes de astronomía presentes en los libros escolares que utilizan cotidianamente los estudiantes y docentes en las escuelas. Por lo tanto, esta puede ser una de las causas de las concepciones alternativas presentes en niños, jóvenes y adultos sobre los fenómenos astronómicos cotidianos ya que algunas de las mismas pueden haber surgido a partir de utilizar dichas imágenes como fuente de información pese a que muchas refuerzan creencias equivocadas y/o transmiten información en forma errónea.

A su vez, los errores didácticos detectados muestran un tratamiento del contenido con escasa intervención de conocimientos en relación a la didáctica de la astronomía, donde no se han tenido en cuenta las concepciones alternativas más comunes presentes en niños de todas las edades en relación a los distintos fenómenos astronómicos que se desarrollan durante la escolaridad primaria. Esto se evidencia al haber encontrado imágenes en las que la Luna aparece representada en el cielo nocturno, reforzando la idea errónea que sostiene la relación entre la Luna y la noche, en las que el Sol se ubica en el cénit en el momento del mediodía o en las que la órbita de la Tierra se representa en forma exageradamente elíptica.

Como se puede concluir a partir del análisis realizado, las fases de la Luna resulta ser el tema en el cual se suelen detectar más errores conceptuales y didácticos, lo cual puede vincularse con las habilidades visoespaciales que se requieren para su comprensión: es necesario observar desde distintos puntos de referencia a la Luna, que se encuentra iluminada siempre por la mitad por el Sol. A su vez, algunos de los errores detectados pueden haber sido provocados por la utilización inadecuada de materiales didácticos diseñados en el hemisferio norte, los cuales no se corresponden con lo que se observa en el cielo desde el hemisferio sur. Un ejemplo de esto son las imágenes que muestran a la Luna creciente con su lado derecho iluminado, en forma contraria a cómo se la puede ver en el cielo desde la Argentina.

En segundo lugar en cuanto a cantidad de errores se ubica el fenómeno del día y la noche, detectándose imágenes inadecuadas en casi todos los libros. En contraposición, aproximadamente la mitad de los libros analizados no poseen errores en las imágenes relacionadas con las estaciones del año. Esta diferencia podría ser el resultado de suponer que el fenómeno del día y la noche resulta sumamente sencillo de comprender, desconociendo la gran cantidad de concepciones alternativas detectadas en niños y adultos en relación a este fenómeno.

Como es posible apreciar, y en contraposición a las ideas de sentido común presentes en la industria editorial, la presencia de este tipo de imágenes en los textos escolares no aporta a la comprensión de los fenómenos astronómicos por parte de los estudiantes. Por el contrario, la mayoría de ellas refuerzan concepciones alternativas y brindan explicaciones erróneas que indican un desconocimiento del contenido disciplinar y/o didáctico por parte de los autores.

Esto sugiere la necesidad de reflexionar acerca del modo en que las editoriales elaboran sus textos dirigidos al ámbito escolar, los cuales deberían ser supervisados por un especialista, tanto disciplinar como didáctico, antes de ser aprobados para su impresión.

Por su parte, la cantidad de errores detectados indican la necesidad de instaurar algún mecanismo de evaluación oficial de los libros escolares por parte de las autoridades educativas, el cual debería permitir identificar estos errores antes de que los libros ingresen a las aulas de clase para ser utilizados por docentes y alumnos. De lo contrario, muchas de las propuestas de innovación de los contenidos a enseñar, y de la metodología a utilizar en las aulas, no cumplirán los objetivos esperados.

REFERENCIAS

Atwood, R. y Atwood, V. (1995). Preservice elementary teachers' conceptions of what causes night and day. *School Science & Mathematics*, 95, 290-294.

Atwood, R. y Atwood, V. (1996). Preservice elementary teachers' conceptions of the causes of seasons. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(5), 553-563.

Bayraktar, S. (2009). Pre-service Primary Teachers' Ideas about Lunar Phases. *Journal of Turkish Science Education*, 6(2), 12-23.

Baxter, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education*, 11, 502-513.

Camino, N. (1995). Ideas previas y cambio conceptual en astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la Luna. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), 81-96.

Camino, N. (1999). Sobre la didáctica de la astronomía y su inserción en la EGB. En Kaufman, M. y Fumagalli, L. (comp.), *Enseñar ciencias naturales. Reflexiones y propuestas didácticas*, 143-173. Buenos Aires: Paidós.

De Manuel, J. (1995). ¿Por qué hay veranos e inviernos? Representaciones de estudiantes y de futuros maestros sobre algunos aspectos del modelo Sol-Tierra. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(2), 227-236.

Fanaro, M., Otero, M. y Greca, I. (2005). Las imágenes en los materiales educativos: las ideas de los profesores. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(2), 1-24.

Fernández Nistal, M. y Peña Boone, S. (2007). Concepciones de maestros de primaria sobre el día y la noche y las estaciones del año. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos. Para la Construcción del Saber*, 37(3-4), 189-220.

Recepción: 02/06/2016 *Aceptación: 26/04/2017*

Galperin, D. (2011). Propuestas didácticas para la enseñanza de la astronomía. En Insaurralde, M. (comp.), *Ciencias Naturales. Líneas de acción didáctica y perspectivas epistemológicas*, 189-229. Buenos Aires: Novedades Educativas.

Galperin, D. (2016). *Sistemas de referencia y enseñanza de las ciencias: el caso de los fenómenos astronómicos cotidianos*. (Tesis doctoral). UNICEN, FCEN, Argentina.

Galperin, D., Raviolo, A., Prieto, L. y Señorans, L. (2014). Análisis de imágenes presentes en textos de enseñanza primaria: día y noche y movimiento diario del Sol. *Revista de Enseñanza de la Física*, 26(No. Extra), 121-129.

Galperin, D. y Raviolo, A. (2015). Argentinean students' and teachers' conceptions of day and night: an analysis in relation to astronomical reference systems. *Science Education International*, 26(2), 126-147.

Greca, I. y Moreira, M. (1997). Modelos mentales y aprendizaje de física en electricidad y magnetismo. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 289-303.

Greca, I. y Moreira, M. (1998). Modelos mentales, modelos conceptuales y modelización. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 15(2), 107-120.

Harle, M. y Towns, M. (2011). A review of spatial ability literature, its connection to chemistry, and implications for instruction. *Journal of Chemical Education*, 88, 351-360.

Jiménez, J. (2000). El análisis de los libros de texto. En F. Perales y P. Cañal (Eds.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 307-322. Alcoy, España: Editorial Marfil.

Johnson-Laird, P. (1983). *Mental models*. Cambridge: Cambridge University Press.

Johnson-Laird, P. (1996). Images, models and propositional representations. En de Vega, M. et al., *Models of Visuospatial Cognition*. Oxford, New York: Oxford University Press.

Kosslyn, S. (1986). *Image and Mind*. Cambridge: Harvard University Press.

Martínez Peña, B. y Gil Quílez, M. (2001). The importance of images in astronomy education. *International Journal of Science Education*, 23(11), 1125-1135.

Matus Leites, L., Benarroch, A. y Perales, F. (2008). Las imágenes sobre el enlace químico usadas en los libros de texto de educación secundaria. Análisis desde los resultados de la investigación educativa. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(2), 153-176.

Nussbaum, J. (1979). Children's conceptions of the earth as a cosmic body: A cross-age study, *Science Education*, 63(1), 83-93.

Otero, M., Moreira, M. y Greca, I. (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. y Greca, I. (2004) Las imágenes en los textos de Física: entre el optimismo y la prudencia. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 21(1), 37-67.

Peña, L. y Rojas, A. (1997). *Los libros de texto en la política educativa: Bases y propuestas para la formulación de una política de textos en Colombia*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.

Perales, F. (2006). Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 24(1), 13-30.

Perales, F. y Jiménez, J. (2002) Las ilustraciones en la enseñanza- aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 369-386.

Pérez de Eulate, L., Llorente, E. y Andrieu, A. (1999). Las imágenes de digestión y excreción en los textos de primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 165-178.

Raviolo, A. (2013). *La imagen en la enseñanza de la química*. Conferencia. XVI Reunión de Educadores en la Química, Bahía Blanca, Argentina.

Schneps, M. (1989). *A private universe*. Video. San Francisco: Astronomical Society of the Pacific.

Schoon, K. (1992). Students alternative conceptions of Earth and space. *Journal of Geological Education*, 40, 209-214.

Schoon, K. (1995). The origin and extent of alternative conceptions in the Earth ad space sciences: a survey of pre-service elementary teachers. *Journal of Elementary Sciences Education*, 7(2), 27-46.

Trumper, R. (2001). A cross-age study of junior high school student's conceptions of basic astronomy concepts. *International Journal of Science Education*, 23(11), 1111-1123.

Trundle, K., Atwood, R. y Christopher, J. (2002). Preservice elementary teacher's conceptions of Moon phases before and after instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 633-658.

Trundle, K., Atwood, R. y Christopher, J. (2006). Preservice elementary teachers' knowledge of observable Moon phases and pattern of change in phases. *Journal of Research in Science Teaching*, 17(2), 87-101.

Trundle, K., Atwood, R. y Christopher, J. (2007). Fourth-grade elementary student´s conceptions of standards-based lunar concepts. *International Journal of Science Education*, 29(5), 595-616.

Uribe, R. (2006). *Programas, compras oficiales y dotación de textos escolares en América Latina*. Bogotá: Centro Regional para el Fomento del Libro en América Latina y el Caribe.

Vega Navarro, A. (2001). Tenerife tiene seguro de Sol (y de Luna): Representaciones del profesorado acerca del día y la noche. *Enseñanza de las Ciencias*, 19, 31-44.

Vega Navarro, A. (2007). Ideas, conocimientos y teorías de niños y adultos sobre las relaciones Sol-Tierra-Luna. Estado actual de las investigaciones. *Revista de Educación*, 342, 475-500.

Vosniadou, S. y Brewer, W. (1992). Mentals models of the Earth: a study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psichology*, 24, 535-585.

Vosniadou, S. y Brewer, W. (1994). Mentals models of the day/night cycle. *Cognitive Science*, 18, 123-183.