

El contenido científico en libros de textos: una revisión en revistas de acceso libre



Claudia Zang¹, Norah Giacosa¹, Ricardo Chrobak²

¹Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Misiones. Calle Félix de Azara 1552. CP 3300. Posadas, Misiones, Argentina.

²Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue, Buenos Aires 1400, CP 8300, Neuquén Capital, Argentina.

E-mail: claudiamzang@gmail.com

(Recibido el 21 de abril de 2019, aceptado el 15 de agosto de 2019)

Resumen

Este trabajo explora publicaciones periódicas que tienen a los libros de texto (LT) de Ciencias como objeto de estudio. La revisión se realizó en revistas de Educación y Enseñanza de las Ciencias de acceso libre, en el periodo de tiempo 2007-2018. Los artículos se seleccionaron en función de que se focalicen en el análisis de contenidos científicos en los LT y, en particular, en la perspectiva seguida en ellos para las cuestiones vinculadas a la energía y su conservación. Se trata de un estudio exploratorio que utilizó técnicas de análisis de contenido. Del estudio realizado se desprende, que el número de artículos de esta índole se ha incrementado levemente con los años, y que las indagaciones reportadas corresponden mayoritariamente a estudios centrados en libros utilizados en la Educación Secundaria, principalmente en el área de Física. En el período de tiempo establecido no se han encontrado artículos dedicados al principio de conservación de la energía en los LT.

Palabras clave: Libros de texto, revisión teórica, Enseñanza de las Ciencias, conservación de la energía.

Abstract

This work explores periodic publications that have science textbooks (TB) as object of study. The review was performed in free access Education and Science Teaching journals, from 2007-2018. The papers were chosen in function of their TB scientific content analysis focus and, particularly, energy and its conservation related perspectives followed in them. This was an exploratory study that used content analysis techniques. From the concluded study it follows that the number of papers of this nature slightly increased over the years, and reported inquiries mainly correspond to books used in high school, mostly from Physics subject. In the established period of time, papers dedicated to energy conservation principle in TB were not found

Keywords: Textbooks, review, science education, energy conservation.

PACS: 01.30 Vv, 01.40 Fk,

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

La necesidad e importancia de estudios relacionados con el libro de texto (LT en adelante) se reconoció clara y explícitamente, en Brasil, a través de la recomendación de la asamblea final del XI Simposio Nacional de Ensino de Física:

“Teniendo en vista que gran parte de los libros de texto de Física presentan errores conceptuales y distorsiones pedagógicas diversas y que un número elevado de profesores define sus currículos con base en estos textos, se recomienda a la Sociedade Brasileira de Física (SBF), [...] que promueva un estudio analítico de los libros didácticos ya publicados y de los que fueran surgiendo en el mercado, procurando divulgar esos análisis entre los profesores...” [1, p. 102].

En la República Argentina, la Comisión Nacional para el Mejoramiento de la Enseñanza de Ciencias Naturales y la Matemática, recomienda que las autoridades educativas deben generar iniciativas para asegurar la calidad de los LT *Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 13, No. 3, Sept. 2019*

que se comercializan [2]. Entre las acciones propuestas para lograrlo, se sugiere la creación de un comité de análisis de LT, y que éstos sean elaborados teniendo en cuenta esos resultados, paralelamente difundir y promover su uso en el nivel primario, secundario y superior.

Por otro lado, existe una gran variedad de artículos publicados que tienen a los LT como objeto de estudio. Según Occelli y Valeiras [3], el rol que juegan los LT en los procesos de instrucción se ve reflejado en la proliferación de artículos de difusión científica que lo tienen como protagonista. La preocupación por la influencia del LT en los procesos de enseñanza y aprendizaje se ha instalado en la comunidad de investigadores en Enseñanza de la Física de la República Argentina. Esto se ve reflejado en los últimos Simposios de Investigación en Enseñanza de la Física (SIEF) y en las últimas Reuniones Nacionales de Educación en Física (REF) que organiza la Asociación de Profesores de Física de Argentina (APFA), donde se presentaron trabajos que centran su atención en el LT.

Una lectura crítica de reportes de investigaciones de esta naturaleza, y en especial de aquellas que se centran en describir y caracterizar el abordaje que se realiza en los LT de determinados contenidos científicos reviste de fundamental importancia. Conocer los resultados informados por la comunidad de expertos sobre los enfoques seguidos para el tratamiento de los contenidos científicos propiamente dichos, sobre el impacto que posee en los procesos de aprendizaje la inclusión en los manuales escolares de tópicos transversales y de aspectos vinculados a la Historia y Filosofía de la Ciencia, así como la detección de errores conceptuales o imprecisiones, etc. posibilitaría identificar eventuales restricciones y dificultades de cada propuesta y las derivaciones conceptuales que puede acarrear la adopción de una determinada bibliografía.

Además, el conocer más acerca del abordaje de temas medulares de Física que se realiza en los LT proporcionaría criterios fundamentados para su selección y adopción.

El presente documento pretende examinar artículos publicados en revistas especializadas de acceso libre, que enfatizan el análisis de contenidos científicos en los LT de diferentes niveles de instrucción formal y en particular en las cuestiones vinculadas a la energía y su conservación, con el fin de sistematizar y sintetizar la información seleccionada. Se ha realizado en el marco de un proyecto de Tesis de Maestría que versa sobre el principio de conservación de la energía en los LT universitarios. Su principal objetivo es delimitar los antecedentes que resulten pertinentes a la investigación en curso.

II. ENCUADRE Y ANTECEDENTES

Los LT en Ciencias desempeñan un rol determinante en la transmisión de conocimientos [4]. Se los considera una herramienta pedagógica para el aprendizaje que imponen una distribución y jerarquización de ideas, a partir de una transformación y recreación del conocimiento [5]. Son instrumentos mediadores que traducen y concretan los significados incluidos en el *currículum* oficial, a través de una presentación didáctica [6, 7]. Por otra parte, la influencia que el LT tiene en la elección y secuenciación de los contenidos incluidos en el *currículum* oficial es notoria: hay investigaciones que muestran que el listado de los contenidos presentes en los Programas Analíticos de varias asignaturas del área de Física universitaria en la República Argentina responde al índice de un LT [8] o existe un notable paralelismo entre ellos [9].

Por otro lado, en la década del ochenta surgieron varios trabajos centrados en cuestiones vinculadas a la energía, el trabajo y el calor, que analizaron como éstos se presentan en los cursos usuales de Física Introductoria universitaria. Sin embargo, en lo que respecta específicamente a la conservación de la energía, no se encontraron estudios que se aboquen al abordaje de este principio en los LT universitarios, en cambio sí se reportaron trabajos de esta índole en LT de la Educación Secundaria. En este sentido, Solbes y Tarín [10, 11] analizaron las ideas de estudiantes y profesores relativas a la energía, y la forma en que se

enseña dicho concepto desde el punto de vista de los LT, usados en la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y en el Bachillerato en España. Encontraron que en general los libros no toman en cuenta las ideas previas de los alumnos sobre energía, trabajo y calor. Afirman que la enseñanza de la energía se realiza a través de su conservación y transformación, y en menor medida la transferencia y degradación. Por otro lado, hallaron que los LT presentan el teorema de trabajo y energía cinética deducido de las leyes de Newton y que luego, sin mediar explicación alguna, lo presentan como el principio de conservación de la energía (incurriendo de este modo en un error metodológico pues otorgan el estatus de principio a un teorema). Señalan que este tratamiento es adecuado en Mecánica pero falla en otras ramas de la Física como por ejemplo en Electromagnetismo, donde la tercera ley de Newton deja verificarse. Agregan que entre los docentes y alumnos tampoco es clara la distinción entre teoremas y principios, y que los estudiantes confunden las formas de energía (potencial, cinética) con sus fuentes. Para lograr que el principio de conservación de la energía sea percibido por los estudiantes como un principio transversal a toda la Física, sugieren introducirlo siguiendo el camino histórico.

III. METODOLOGÍA

En principio, el trabajo se realizó como un estudio exploratorio para caracterizar el estado del arte en lo relativo a investigaciones que se focalizan en el tratamiento dado en los LT a los contenidos científicos en general y a la energía y su conservación en particular, según se reporta en artículos publicados en revistas abiertas especializadas, en el período comprendido entre 2007 y 2018. Resultados preliminares de la revisión realizada, muestran que en dicho período de tiempo, se publicaron relativamente menos trabajos dedicados específicamente a cuestiones vinculadas a la energía que en la década del 80, donde la mayor preocupación estaba centrada en las concepciones de los estudiantes. Por tal motivo, se estimó conveniente ampliar el número de publicaciones consideradas y el período de relevamiento restringiendo la búsqueda a la conservación de la energía y temas afines. Dicha revisión está en proceso.

La selección de las revistas se realizó utilizando los siguientes criterios: estar relacionadas a la Educación y/o a la Enseñanza en las Ciencias, estar indexadas (Latindex, Redalyc, Scielo) en bases de datos (DOAJ, Scopus, Dialnet) y ser de formato digital de acceso libre.

Este trabajo no pretende ser exhaustivo, ni aspira a cubrir la totalidad de revistas existentes en Educación y/o a la Enseñanza en las Ciencias. Las revistas se escogieron a conveniencia, tomándose una muestra intencional. La búsqueda por palabras clave no resultó suficiente para la detección de los artículos de interés, por ello se procedió a ingresar a los sitios *web* de las revistas y realizar una lectura exploratoria de cada uno de los resúmenes. Se consideraron todos los trabajos centrados en el estudio de cuestiones vinculadas al contenido científico desarrollado en los LT de Ciencias. Cabe aclarar que, para determinar el número total

de artículos de cada revista y calcular los correspondientes porcentajes, se desestimaron las secciones editoriales y aquellas que presentan reseñas de tesis, de libros y eventos científicos. Tampoco se contabilizaron los trabajos de revisión similares a éste, los que se centran en el uso que hacen los docentes de los LT, los que efectúan comparaciones de los manuales escolares con otro tipo de material (artículos académicos, libros de divulgación, etc.) y los de tipo histórico. Además, algunas de las revistas tienen números especiales que también fueron sometidos a revisión, a excepción del número extra año 2009 de la Revista Enseñanza de la Ciencias, que recopila trabajos breves presentados en el VIII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. Por otra parte, no se inspeccionó la Revista Brasileira de Ensino de Física, dado que ésta prioriza el tratamiento de temas de carácter disciplinar por sobre las investigaciones vinculadas a la enseñanza de la Física. Esta inferencia se realiza en base a la observación de que la cantidad de artículos que analizan cuestiones vinculadas a la Educación en Física es pequeña comparada con la cantidad total de artículos presentes en dicha revista. Se contó además con un trabajo de revisión similar a éste, que demostró que en la última década, en dicha revista, sólo se han publicado dos trabajos vinculados a la problemática de los LT [poner]

Las publicaciones fueron analizadas mediante técnicas de análisis de contenido [12]. Se tuvieron en cuenta diferentes facetas que configuran el objeto de investigación, como la exploración de aspectos vinculados a la naturaleza de la Ciencia, la presencia de tópicos transversales, la consideración de la Historia de la Ciencia, el análisis de calidad del contenido en sí mismo, la identificación de errores conceptuales, las actividades desarrolladas y las sugeridas para el alumno, etc. Luego de la lectura, se procedió a reunirlos en grupos de acuerdo a sus particularidades, éstos no definen categorías puesto que no son excluyentes (un mismo artículo puede ubicarse simultáneamente en más de uno de tales grupos).

Los grupos definidos se centraron en: a) *Contenido científico* (subdividido en función a la disciplina o área de interés del artículo), b) *Analogías*, c) *Imprecisiones y errores conceptuales*, d) *Relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)*, e) *Imágenes*, f) *Actividades (desarrolladas y propuestas)*, g) *Aspectos Históricos y/o relacionados con la Naturaleza de la Ciencia* y h) *Otras cuestiones*.

Se realizó un recuento de los trabajos publicados en cada una de las 8 revistas inspeccionadas, escogiéndose 127 artículos. La distribución de los artículos en cada revista conjuntamente con los códigos de identificación asignados a cada una, se muestran en la Tabla I.

TABLA I. Códigos de identificación y porcentaje de artículos en función del total publicado entre 2007 y 2018.

<i>Código de identificación</i>	<i>Nombre de la revista</i>	<i>Total de artículos publicados</i>	<i>Número de artículos elegidos</i>	<i>Porcentaje de artículos</i>
REEC	Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	390	21	5,38
REC	Revista Enseñanza de las Ciencias	418	27	6,46
EUREKA	Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias	488	16	3,27
CBEF	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	452	9	1,99
LAJPE	Lat. Am. J. Phys. Educ.	1082	7	0,65
CyE	Ciência & Educação (Baurú)	631	25	3,96
REF	Revista de Enseñanza de la Física	360	17	4,72
REIEC	Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias	149	5	3,35
	Total	3970	127	3,20

TABLA II. Distribución de los artículos en cada revista según el año de publicación.

Año	REEC	REC	EUREKA	CBEF	LAJPE	CyE	REF	REIEC	Total
2007	2	2	1	0	0	0	0	0	5
2008	1	5	0	1	0	1	1	0	9
2009	3	2	0	0	1	1	0	0	7
2010	1	0	2	1	1	3	0	0	8
2011	2	1	2	1	0	1	0	1	8
2012	4	0	2	0	1	1	0	1	9
2013	0	4	1	1	0	5	*1	0	11
2014	2	6	2	0	3	2	4	0	19
2015	3	0	1	2	0	3	2	2	13
2016	2	3	2	1	1	2	4	0	15
2017	0	3	1	2	0	1	4	1	12
2018	1	1	2	0	0	5	2	0	11
Total	21	27	16	9	7	25	17	5	127

*1 El sitio oficial de la Revista no expone publicaciones en dicho año.
Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 13, No. 3, Sept. 2019r

Asimismo, se estimó el peso relativo del tema en estudio calculando el porcentaje de artículos seleccionados en función del número total de artículos publicados. Además, se contabilizó la cantidad de artículos que se han seleccionado de cada revista en función del año de publicación, con el objeto de obtener un panorama de cuál es la tendencia e inferir si el interés en la comunidad de expertos por la temática en cuestión aumenta o declina con el tiempo. Dicha información se expone en la Tabla II.

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

El análisis de los porcentajes que se muestra en la Tabla I, revela que la mayor producción relativa la tienen dos revistas españolas (REEC y REC), seguida de una revista argentina (REF). La que registra menos ocurrencias es la revista auspiciada por la Red Latinoamericana de Física Educativa (LAJPE). Si bien todos los porcentajes son relativamente bajos, son entendibles en el marco del gran cúmulo de artículos publicados y a la variedad de temas en

ellos cubiertos. Además, a partir de la Tabla II, se observa que globalmente la preocupación por el tema ha ido incrementándose levemente en el período analizado.

Los artículos se agruparon, según se ha indicado en la sección metodológica. En la Tabla III se presenta una síntesis sobre el tema investigado en cada uno, se indica además entre paréntesis la cantidad de artículos que conforma cada grupo y el nivel educativo (Nivel Educ.) para el que están dirigidos los LT sobre los cuales los investigadores basaron su trabajo: Primaria (P), Secundaria (S) y Universidad (U). Con respecto al nivel educativo, se observa que las investigaciones que toman como materia prima al LT de la Educación Secundaria son las más numerosas. Le siguen aquellas que se focalizan en el LT universitario. Este hecho indica lo poco que se consideran estos temas en el nivel primario, que en realidad es donde deberían comenzar a difundirse. Es oportuno aclarar que algunos investigadores aplicaron los mismos instrumentos de recolección de datos y los mismos criterios de análisis a materiales textuales de diferentes niveles de instrucción formal.

TABLA III. Distribución de los artículos según los grupos establecidos y breve descripción del tema investigado.

<i>Grupo y cantidad</i>	<i>Descripción breve del tema investigado mediante palabras clave</i>	<i>Nivel Educ.</i>	<i>Datos de la publicación</i>	
Estudio de contenidos (67)	Física (32)	Masa, volumen y densidad	S	[13]
		Fuerza	U	[14]
		Trasformaciones de Galileo	U	[15]
		Energía, trabajo y teorema de Carnot	U	[16]
		M.A.S. y movimiento ondulatorio	U	[17, 18]
		Entropía	U	[19, 20]
		Radiactividad en LT y tópicos de Física Nuclear	S	[21, 22]
		Campo y Campo eléctrico	S/U	[23, 24]
		Circuitos de corriente continua	U	[25, 26]
		Corriente de desplazamiento	U	[27]
		Inducción electromagnética	U	[28, 29, 30]
		Oscilaciones electromagnéticas libres y forzadas	U	[31, 32]
		Luz como onda electromagnética	S/U	[33]
		Teoría ondulatoria de Huyguens	U	[34, 35]
		Fenómenos luminosos en LT de Primaria. Interferencia y difracción	P / U	[36, 37]
		Tratamiento del modelo de rayo paraxial	U	[38]
		Simplificaciones que obstaculizan la comprensión de conceptos físicos	S U	[39, 40, 41, 42]
	Desarrollo matemático de contenidos físicos	S/U	[43, 44]	
	Biología (23)	Diversidad biológica	S	[45, 46, 47, 48, 49]
		Biotecnología y organismos transgénicos. Genética humana	S	[50, 51, 52]
		Teorías evolutivas de Lamarck y Darwin. Evolución humana	S	[53, 54]
		Energía en Biología en unidades de nutrición celular	S	[55]
		Conocimiento de plantas y/o animales	P	[56, 57]
		Bienestar animal y Comportamiento animal	S	[58, 59]
		Respiración celular	S	[60]
		Concepción de los microorganismos en niños y en libros	P	[61]
		Alimentación y actividad física en LT de primaria	P	[62]
		Enfermedades infecciosas.	S	[63]
	Química (12)	Enfermedades de transmisión sexual y prevención	S	[64, 65]
		Leishmaniasis y Dengue	S	[66, 67]
		Conceptos químicos en LT de Ciencias Naturales	P	[68]
		Sistemas materiales	P/S	[69]
		Combustión	U	[70]
Iones en las reacciones químicas		S/U	[71]	
Modelo de Lewis-Langmuir. Modelos de Kossel, Lewis y Pauling		S/U - U	[72, 73]	
Constantes de equilibrio termodinámicas	U	[74]		

	Estequiometría	U	[75]
	Teoría cinética de colisiones	S	[76]
	Evolución de los temas estructura atómica y molecular	U	[77, 78]
	Sustancia y reacción química	U	[79]
Analogías (4)	Analogías en Electricidad	S	[80]
	Analogías y metáforas en Física	S	[81]
	Energía atómica y nuclear	S	[82]
	Analogías en LT de Química del estado de Paraná	S	[83]
Imprecisiones y errores (5)	En la evolución histórica del universo	S	[84]
	Desarrollos de energía libre de Gibbs	U	[85]
	Efecto invernadero	S	[86]
	En concepto de sustancia	S/U	[87]
	En problemas resueltos sobre circuitos de C.A.	U	[88]
Relaciones CTS (9)	En LT de España y Portugal. En LT de primaria de Portugal	P	[89, 90]
	Dispositivos tecnológicos cotidianos	S	[91]
	En textos de Química	S	[92]
	Conocimiento científico y tecnológico	U	[93]
	En textos de electrónica y electricidad	S	[94, 95]
	En enseñanza de energía nuclear	S	[96]
	En producción y consumo de energía	S	[97]
Estudio de las imágenes (11)	De enlace químico	S P/S/U	[98, 99]
	Equilibrio Químico	S	[100]
	Cuerpo humano	S	[101]
	Sistema respiratorio	P	[102]
	Ciclos de carbono y de nitrógeno	S	[103]
	Balanza de Coulomb	S	[104]
	Generación y distribución de energía en LT de Tecnología	S	[105]
	Día y la noche y movimiento diario del Sol	P	[106, 107]
	Diagramas de energía de orbitales	U	[108]
Actividades desarrolladas y sugeridas (6)	Análisis de problemas resueltos	U S	[109, 110, 111]
	Actividades de aprendizaje	P	[112]
	Actividades experimentales	S	[113]
	Preguntas en LT de Cs. Naturales	P/S	[114]
Aspectos Históricos y de Naturaleza de la Ciencia (16)	Historia de la Ciencia en Química	S	[115]
	Argumentaciones en Entropía	U	[116]
	Historia en temas de estructura atómica	U	[117]
	Modelos atómicos	S/U	[118,119,120, 121]
	Historia de la doble hélice de ADN	S	[122]
	Abordaje histórico para la tabla periódica	S	[123]
	Historia de la Ciencia en la Física	S	[124, 125]
	Historia de la Ciencia en LT de Ciencias Naturales	P	[126]
	Naturaleza de la Ciencia en estudios de Galileo sobre astronomía	S	[127]
	Comparación entre LT previos al sistema educativo vigente y actuales	S	[128]
	Desarrollo de aspectos históricos en Física Cuántica	S	[129]
	Nociones sobre Epistemología y Física	S	[130]
Otras cuestiones (9)	Incidencia de la reforma LOGSE en LT.	S	[131]
	Alfabetización científica a partir de LT	S	[132]
	Inclusión de textos de divulgación científica en LT de Biología.	S	[133, 134]
	Salud y ambiente	S	[135]
	Efectos biológicos de las radiaciones	S /U	[136]
	Problemática ambiental	S	[137, 138]
	Estructuras expositivas en LT de Química	S	[139]

Se observa que más de la mitad de los reportes (67 de 127) se focalizan en el estudio de contenidos científicos, principalmente en el área de Física. Aquí vale hacer la siguiente aclaración, el predominio de investigaciones referidas a conceptos físicos podría no estar libre de sesgos, dado que tres de las revistas (CABEF, LAJPE y REF) son

específicas de la Enseñanza de la Física. En cuanto a los demás grupos, en la Tabla III se observa que la distribución de los artículos no presenta diferencias tan marcadas, la menor cantidad de ocurrencias se registran para el grupo conformado por los artículos que se abocan al análisis de las analogías presentes en LT (4 de 127) y la mayor, para el grupo de artículos que se ocupa de cuestiones vinculadas a

la Naturaleza de la Ciencia y a la inclusión de Aspectos Históricos (16 de 127).

A. Descripción de las publicaciones

a) Contenido científico

En esta categoría se incluyen los artículos que, desde diversas perspectivas, se ocupan de estudiar cómo es la presentación de determinados contenidos científicos en los LT de texto, identificando sus falencias y potencialidades cuando se los usa para el aprendizaje de determinado tópico. Se presenta una síntesis de cada uno, describiendo con mayor detalle las vinculadas al área de Física.

a.1) Bloque I: contenidos del área de Física

En este subgrupo de trabajos se contabilizaron un total de 32 publicaciones. El orden de presentación seguido, por una cuestión exclusiva de organización, se realiza atendiendo a qué ramas de la Física se corresponden.

Se ha reportado que los LT presentan falencias en la presentación de ciertos tópicos. Los LT españoles de segundo año (LOMCE²) y tercer curso (LOE³) de ESO presentan carencias inherentes al tratamiento de los conceptos volumen, masa y densidad, que no mejoraron sustancialmente con la implantación de la reforma educativa impulsada desde la LOMCE. La densidad se introduce como una fórmula matemática sin previa aclaración cualitativa. No se considera las concepciones alternativas, como las confusiones existentes entre densidad y viscosidad (cuya génesis probablemente sea un uso inadecuado de estos términos en el lenguaje cotidiano).

Pero hubo avances en lo vinculado a los cambios de densidad en la materia al cambiar de estado [13]. Algo similar acontece en los LT, evaluados y recomendados por el Programa Nacional del Libro Didáctico (PNLDM) para la educación media de Brasil. Los LT presentan diferentes abordajes en lo que respecta al tratamiento dispensado a las ecuaciones matemáticas para los temas de impulso, cantidad de movimiento y su conservación. En la mayoría, las expresiones matemáticas se constituyen esencialmente en elementos de definición de conceptos físicos: se les presentan con un énfasis excesivo en las ecuaciones y se dejan al margen los aspectos fenomenológicos, históricos, epistemológicos que dan cuenta de su evolución [44]. En contrapartida, en la propuesta curricular oficial de Chile para la enseñanza media se optó por simplificar lo más posible el estudio de la unidad fuerza y movimiento, tratando de minimizar las nociones matemáticas y de acercar los discursos argumentativos a la experiencia y la

intuición. Esta desmatematización de la Física escolar, como ocurre cuando se prescinde del carácter vectorial de la velocidad, dificultaría la integración de diferentes técnicas, que son presentadas de forma inconexa, e imposibilitaría percibir que las mismas son casos particulares que se desprenden de la generalización de la suma de vectores [43].

Los LT usados en Brasil para la educación superior atribuyen un carácter polisémico al concepto fuerza. Este término acarrea una gran cantidad de ideas intuitivas, a veces en conflicto con los conceptos científicos. En los LT las fuerzas son presentadas como: tirar o empujar, definida por la segunda ley de Newton, causa de la aceleración, interacción entre los cuerpos, vector, etc. Esta pluralidad del concepto no es abordada en los LT, lo que repercute en el proceso de aprendizaje conceptual [23].

Una conceptualización incompleta de la noción de fuerza por parte de los estudiantes podría tener su origen en el modo en que habitualmente se presenta en los LT las leyes de Newton, dado que cuando se las enuncia no siempre se explicita su validez en sistemas inerciales ni se aclara su invariancia frente a las transformaciones de Galileo. Si bien Hoyos y Pocoví [15] no analizan específicamente el tratamiento dado a las fuerzas en LT, sus hallazgos en torno a las transformaciones de Galileo están vinculados al desarrollo de dicho tema. Afirman que las transformaciones están subvaloradas en los LT: en la mayoría, su tratamiento se reduce a un listado de ecuaciones en el que no se explota su potencial en otros temas.

Las simplificaciones que se realizan al modelar sistemas físicos no siempre son explícitas. En los LT, al abordar las leyes de Newton se utilizan hipótesis simplificadoras como la de cuerda inextensible (los objetos conectados en sus extremos tienen siempre las mismas rapidez y aceleraciones) y sin masa (la cuerda soporta una fuerza resultante nula). En la mayoría se aclara adecuadamente la primera, pero en pocos se realiza el diagrama de cuerpo libre para la cuerda y las implicancias de la segunda [40].

En otro estudio, los mismos investigadores, detectaron que en algunos de los LT, los autores no explicitan debidamente las simplificaciones que proponen para facilitar el estudio de sistemas en los que intervienen poleas: se las modela como carentes de masa y sin rozamiento (esto último resulta ambiguo dado que casi no se aclara entre qué componentes del sistema el rozamiento es despreciable). Salvo contadas excepciones, no se discuten las implicancias de dichas simplificaciones [41].

Los investigadores indican que una clara comprensión de las consecuencias físicas derivadas de las simplificaciones que se efectúan, redundaría en mejores condiciones para establecer nexos entre los modelos usados al abordar situaciones problemáticas y la aplicación de principios y leyes en las mismas. Aun cuando las simplificaciones se usan de manera explícita en algunos LT, no siempre están exentas de ambigüedades. En cinemática, los sistemas físicos son modelados como puntuales, pero no se aclara que esto conlleva dos connotaciones físicas diferentes: el estudio del movimiento de cuerpos

² Son las siglas derivadas de “Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa”, con que se identifica al proyecto de reforma educativa española aprobada en 2013, que rige para diferentes niveles del sistema educativo.

³ Siglas que identifican a la “Ley Orgánica de Educación”, que reguló en España la enseñanza en diferentes tramos de edades, cuya vigencia comprende el período desde 2006/07 hasta 2013.

relativamente pequeños en comparación a las distancias involucradas, y el estudio del movimiento de un punto para caracterizar el del sistema (los demás puntos se mueven de la misma manera). Desde la dinámica, la adopción del modelo de partícula conlleva implícitamente a considerar que las fuerzas son concurrentes y así se eliminan variaciones sobre posibles movimientos de rotación. Los investigadores resaltan la necesidad de alertar a los estudiantes sobre los diversos significados físicos que subyacen a las simplificaciones que se realizan [42].

Forjan y Slisko [39] también analizaron aspectos vinculados a las simplificaciones e idealizaciones en temas de termodinámica, electricidad y ondas, en tres LT eslovenos de Física de nivel medio. En Termodinámica, se trabaja con la ley del gas ideal sin tomar en cuenta sus restricciones dado que no se establece bajo qué condiciones un gas real puede ser tratado como un gas ideal, no se aclara que la expresión lineal que se utiliza en expansión térmica sólo es válida para variaciones pequeñas de temperatura. Asimismo, pudieron identificar falencias en el tratamiento dispensado a la ley de Coulomb y a la expresión del campo eléctrico para una placa larga, no se aclara cuando es posible usar la aproximación de frente de onda plano o circular en el contexto de ondas ni cuando una lente puede ser considerada como delgada. Tampoco encontraron comentarios explícitos sobre suposiciones y aproximaciones en los problemas resueltos. Concluyeron que no se presentan y clarifican adecuadamente las simplificaciones realizadas.

En los LT se enfatiza una comparación del movimiento armónico simple (M.A.S.) con el movimiento circular uniforme. Si bien esto beneficia a los estudiantes en el manejo de herramientas matemáticas, el énfasis y dedicación de los autores de LT en vincular ambos tipos de movimientos, podría ser una fuente de conceptualizaciones inadecuadas, dado que la frecuencia angular (ω) se definiría de manera ambigua. Se favorecería interpretarla como una velocidad angular, en lugar de una magnitud característica del sistema oscilante que depende de las propiedades inerciales del mismo y de las características de la fuerza restauradora [17]. En un estudio posterior [18], realizado sobre los mismos LT, detectaron que no se explicita adecuadamente que la frecuencia y la amplitud de la onda quedan determinadas por las características de la fuente perturbadora y que la rapidez de propagación depende de las propiedades mecánicas del medio. Tampoco se explicita qué significa la fase inicial ni cómo se la determina, simplemente se la hace nula para simplificar el problema. Los parámetros propios del movimiento ondulatorio se relacionan matemáticamente sin atender a los aspectos fenomenológicos de dicho movimiento.

En los libros de Termodinámica usados habitualmente en carreras de Ingeniería de Venezuela, en lo que respecta al tratamiento de los conceptos de energía, calor y trabajo y el teorema de Carnot, se presenta una serie de imprecisiones y de concepciones no formales de dichos conceptos [16]. No se muestra una conceptualización de la energía, se la vincula a términos como energía cinética, energía potencial, etc. y al principio de conservación, pero sin mediar una

definición precisa. El calor, en general, es entendido como una forma de energía. En cuanto al trabajo, en algunos LT se lo define operacionalmente como el producto de una fuerza por un desplazamiento y en varios se lo conceptualiza como energía o como una forma de energía. En la mayoría se lo define adecuadamente como una transferencia de energía entre un sistema y sus alrededores. La visión utilitaria de la energía que se presenta en varios LT podría reforzar en los estudiantes ideas alternativas provenientes del sentido común y que obstaculizarían el aprendizaje de la transformación y conservación de la energía en términos científicos.

Continuando con temas vinculados a Termodinámica, en los LT la entropía se presenta siguiendo tres enfoques: el clásico o macroscópico, el microscópico y el axiomático. El primero enfatiza la formulación matemática y el rendimiento de máquinas térmicas (visión de Clausius). Sin embargo, no aporta a la comprensión del significado físico de la entropía. El segundo toma como base la multiplicidad de estados según la formulación de Boltzmann, tampoco está libre de dificultades porque requiere de conceptos estadísticos y probabilísticos, no siempre disponibles en los estudiantes. El tercero prescinde de los aspectos ligados al significado porque se trata de una formulación abstracta que organiza la Termodinámica en torno a postulados. En los LT en general se presenta primero el enfoque clásico y luego el microscópico [19, 116]. Los autores reconocen el carácter polisémico de la entropía e indican que no es explícito en docentes ni en LT que esas diversas connotaciones están estrechamente relacionadas y en conjunto favorecen el desarrollo de las condiciones y formas de abordar la entropía. Diversas publicaciones coinciden en que los LT presentan la entropía través de una expresión matemática sin preocuparse por su significado fenomenológico [19, 20, 116].

Se recopilaron varios trabajos que abordan conceptos propios del Electromagnetismo. Según Krapas y Correa, la no explicitación en los LT de las diferentes connotaciones que adquiere el término campo, podría ser uno de los factores que influye en las dificultades de los estudiantes para su aprendizaje. Las definiciones de campo presentes en los LT brasileños de nivel medio, fueron cotejadas con LT universitarios usuales y con documentos históricos, y se encontró que la polisemia tiene raíces en significados atribuidos en el pasado y en la actualidad. Algunas de las asignaciones de significado halladas son: es espacio, es un vector, se propaga, es soporte para la propagación de energía, es curvatura del espacio, almacena energía e interactúa con partículas. En los LT, cuando se trata campo eléctrico, se utiliza el término tanto para hacer referencia al vector en un punto como a la función vectorial de la cual se calcula el flujo [23].

Un estudio sobre el tema Inducción electromagnética en tres LT usuales en el ámbito universitario argentino, reveló que si bien los formatos y secuencias utilizadas son diferentes, se desarrolla claramente la ley de Faraday, lo que permitiría explicar las causas del fenómeno de inducción. Se priorizan ejercicios y problemas tendientes al

desarrollo de competencias metodológicas. Una carencia de los textos es el no explicitar con claridad las condiciones de trabajo o límites de validez de los modelos científicos que se presentan. La discusión sobre este aspecto debería recaer en los docentes [29].

Otro estudio reveló que en una muestra de LT universitarios de Física no se describen lingüísticamente la ontología del concepto de inducción electromagnética. Para el cálculo del trabajo, todos utilizan la fuerza correcta, pero no todos explicitan que esta fuerza no es la fuerza magnética sobre las cargas. La falta de comprensión de este aspecto del concepto, podría inducir a errores conceptuales como pensar que la fuerza magnética sobre las cargas es la que realiza el trabajo [30].

Otro de los factores que influiría en el aprendizaje está ligado con las traducciones lingüísticas-simbólicas y simbólicas-simbólicas que deben efectuar los estudiantes al leer LT. Pocoví y Hoyos [27] señalaron que, en lo relativo al tema corriente de desplazamiento, la traducción del sistema simbólico al lingüístico en LT universitarios usados en Argentina es escueta o imprecisa, lo cual, podría ser una de las razones de las dificultades que detectaron en alumnos universitarios avanzados para las deficiencias en la interpretación de ciertas lecturas seleccionadas. En otro estudio, Pocoví y Collivadino, encontraron que existen diferencias en la simbología involucrada en la definición de flujo de un campo entre los LT universitarios de Física y los de Cálculo. Éstas impactan en las traducciones simbólicas-simbólicas que deben realizar los estudiantes: la mayoría no reconoce como familiares los símbolos utilizados en la definición de flujo estudiadas en ambas asignaturas, lo cual demanda mayores esfuerzos de procesamiento por parte del lector y obstaculizaría el aprendizaje [24].

Resultados similares obtuvieron Hoyos y Pocoví [28] tras el análisis del tema inducción electromagnética en LT usados en universidades de Argentina: existen diferencias entre el planteamiento lingüístico y el simbólico en el tratamiento del tema. El carácter temporal de la variación involucrada en el concepto de fuerza electromotriz (fem) inducida no se explicita con frecuencia (en forma lingüística se lo hace en pocos y en forma simbólica en ninguno). En algunos se presentan cálculos confusos que podrían inducir a los lectores a pensar que la fuerza magnética realiza trabajo, no se enfatiza la naturaleza no conservativa del campo eléctrico asociado a la variación temporal del campo magnético. En general, la presentación de la ley de Faraday-Lenz es adecuada en su forma macroscópica, pero el análisis microscópico es mayoritariamente evadido o escueto.

De manera similar, Giacosa y colaboradores [32] analizaron el sistema simbólico y el lingüístico usado para la presentación del tema oscilaciones electromagnéticas forzadas en LT universitarios usados en Argentina. Demostraron que la expresión matemática utilizada para definir el ángulo de fase depende de la cantidad alternante (corriente o voltaje) que se toma implícitamente como referencia simbólica. En algunos ejemplares, las afirmaciones lingüísticas no son consistentes con las aseveraciones simbólicas. La falta de coherencia entre

ambos sistemas dificultaría la comprensión del tema y sería uno de los factores que influirían en la inadecuada identificación del ángulo de fase por parte de los estudiantes y en las fallas en la caracterización del circuito a partir del mismo. También estudiaron el tema oscilaciones electromagnéticas libres sobre la misma muestra de LT. La secuencia propuesta es relativamente homogénea, no así el tratamiento matemático. Son escasas las expresiones verbales relativas a la frecuencia angular, las analogías y las aplicaciones a la vida cotidiana. Prevalecen problemas resueltos cerrados y cuantitativos. Se detectaron errores conceptuales en dos ejemplares. Se concluye que si bien algunos aspectos se tratan adecuadamente, existen otros que merecerían mayor elaboración [31]. En otros trabajos, analizaron el tema circuitos de corriente continua. Encontraron que en la mayoría se modela implícitamente el circuito como un sistema aislado y se deducen ecuaciones descriptivas partiendo del principio de conservación de la energía. Predomina el instrumentalismo matemático, se presentan ecuaciones temporales que no se grafican y gráficos cuyas ecuaciones no se explicitan, lo cual dificulta la comprensión lectora por parte de los estudiantes. Las imágenes, analogías, referencias históricas y aplicaciones a la vida cotidiana son escasas [25, 26].

También se encontró un reporte sobre el desarrollo de los contenidos referidos a los fenómenos luminosos en LT de Ciencias Naturales del primer ciclo de primaria de Argentina, tanto en los textos escritos como en las ilustraciones. En los textos prevalecen la definición, la ejemplificación y la descripción, tipologías típicas de los textos expositivos. En las ilustraciones predominan dibujos figurativos y viñetas con caricaturas. Identificaron conceptos erróneos o ilustraciones vinculadas a la propagación de la luz que pueden generar confusión en los niños. Si bien los LT presentan diferencias en la secuencia seguida, en los desarrollos y en las ilustraciones, no las hay en los conocimientos que se abordan. En la mayoría se comienza con situaciones cotidianas, usando segmentos discursivos breves, acordes a la edad de los lectores [36].

Las dificultades para comprender el paradigma ondulatorio por parte de estudiantes universitarios podrían deberse, por un lado, al fuerte arraigo de las ideas sobre propagación rectilínea (que las han ido construyendo con sus propias observaciones y experiencias cotidianas y que no siempre son contempladas en la enseñanza), y por el otro, a la instrucción formal y a los LT. Se pretende que los alumnos piensen desde la Óptica ondulatoria para dar respuesta a los fenómenos de interferencia y difracción inmediatamente después de haberlos adiestrado en el paradigma de la Óptica geométrica para explicar la formación de imágenes en espejos y lentes. Estas dificultades podrían superarse utilizando propuestas didácticas que consideren la evolución histórica de los conceptos como indicador de las eventuales dificultades de los alumnos, el análisis de aciertos y debilidades de la transposición didáctica que se realiza en los LT y la realización de experiencias de laboratorio que llamen la atención sobre los aspectos experimentales que condicionan el ámbito de validez de ambos modelos [37].

En otro trabajo se analizó el tratamiento dado al tema rayos paraxiales en LT universitarios de Física. En la mayoría se encontraron ambigüedades en el planteamiento del modelo simplificado basado en el concepto de rayo paraxial. Éstas aparecen porque no se explicitan los elementos comparativos para las variables que se utilizan en la delimitación del rayo paraxial (ángulo pequeño, rayos cercanos y tamaño del espejo). En algunos se evita mencionar la aproximación realizada o no se remarcan con el énfasis adecuado los límites de validez del modelo [38].

Krapas [34] comparó el *Tratado sobre la Luz* de Huygens con los LT de niveles medio y universitario usados en la enseñanza de Óptica. Advierte que en la transposición didáctica del concepto surgen inconvenientes al utilizar el principio de Huygens fuera de su modelo original, las mismas no son consideradas por los autores de LT. Sólo las propiedades de la luz inherentes a la reflexión y refracción desarrolladas en los LT son semejantes a las presentadas en la obra de Huygens. Concluye que la reconstrucción de la teoría que se ofrece en los LT está muy alejada de la que originalmente fue propuesta.

En una línea semejante, Araújo y da Silva [35], compararon la teoría de Huygens con la versión que aparece en algunos LT de Física universitarios. En éstos no se explicita que se ha hecho una reconstrucción de la teoría, incorporándose contribuciones posteriores que conducen a una visión inadecuada de su evolución. Huygens, que se basó en colisiones mecánicas, no menciona vibraciones en torno a una posición de equilibrio ni discute propiedades periódicas, aspectos que sí aparecen sugeridos en demostraciones, basadas en el principio de Huygens, para las leyes de reflexión y refracción presentes en LT.

Krapas también [33] analizó cómo se presenta la luz como onda electromagnética en los LT de los niveles medio y superior de Brasil y los comparó con los trabajos originales de Maxwell. Concluyó que en los LT aparece una inversión en el orden de los acontecimientos históricos, dado que toman el experimento de Hertz (que confirmó la Teoría de Maxwell) como punto de partida. No se aclara que las ecuaciones de Maxwell no fueron escritas por él tal como aparecen en los LT, ni se menciona que basó su teoría en la existencia del éter.

También se recopilaron reportes sobre investigaciones referidas a tópicos de Física Moderna en LT. Tenorio y colaboradores [22] realizaron un análisis de cómo se desarrollan los conceptos afines a la energía nuclear y la radiactividad en los LT para la enseñanza media en Brasil. En todos los LT se contextualiza la energía nuclear y la radioactividad, pero pocos se abocan a la interdisciplinariedad, la discusión de conflictos sociales o al enfoque histórico. Concluyeron que el desarrollo de los tópicos relativos a física nuclear en los LT buscó reforzar conocimientos teóricos y/o matematizar conceptos.

Corbelle y Domínguez [21] agregan que el tratamiento superficial e incompleto de este tema en los LT y en la prensa digital no contribuye a solucionar las dificultades de aprendizaje y fomentaría la proliferación de ideas

alternativas. En los LT de ESO apenas se mencionan las fuentes naturales de radiación ionizante y sus efectos dañinos sobre los seres vivos de acuerdo a las dosis de exposición, no se diferencia radiación de sustancia radiactiva e irradiación de contaminación. La radiactividad se aborda desde un enfoque atómico-nuclear, pero no con la intencionalidad de servir de modelo para explicar los aspectos fenomenológicos y macroscópicos señalados.

a.2) Bloque II: contenidos del área de Biología

Se encontraron artículos referidos a diferentes aspectos vinculados al contenido de Biodiversidad. En LT de Biología de Brasil el tema se presenta superficialmente y con errores [49]. En tanto, en los LT españoles se reduce la biodiversidad a la riqueza de especies [47]. La presentación que se realiza en ellos no contempla sus causas ni estrategias para su conservación [46]. En general se desarrollan adecuadamente los factores que influyen en la pérdida de la biodiversidad, pero está ausente su relación con el cambio climático, lo cual mostraría que los LT españoles están desactualizados [48]. La conceptualización de los bienes y servicios que aporta la biodiversidad (soporte, regulación, aprovisionamiento, culturales) están casi ausentes [45]. Por otro lado, el tema comportamiento animal no se desarrolla explícitamente, sino que subyace a temas como hábitos de alimentación, reproducción, competencia por recursos, etc. Se sugiere su uso como herramienta para discutir estrategias de conservación y para lograr la unificación de contenidos aparentemente desconexos [59]. Otro estudio señala que en los LT de ESO no se aborda explícitamente el tema bienestar animal, por lo que se analizó contenidos afines como sistema nervioso en animales, protección de la biodiversidad, conservación de ecosistemas y del medio ambiente. En los LT, el tema bienestar animal está subdesarrollado, no se trabaja en torno a actitudes que redundarían en el cuidado de los animales y del medio ambiente [58].

En los LT de Conocimiento del Medio usados en el nivel primario de España, los contenidos vinculados a los animales predominan sobre los relativos a las plantas [56]. En lo que respecta a las plantas, prevalecen los contenidos conceptuales. Además, las funciones vitales se desarrollan de manera confusa, se debería insistir más en las similitudes que hay entre plantas y animales como seres vivos que en las diferencias [57].

Otro artículo señala que en los LT de Portugal se destina poco espacio a cuestiones de Biotecnología. Las ventajas y desventajas de la manipulación genética en diferentes niveles están subdesarrolladas, tampoco se discuten los aspectos éticos ligados al tema [51]. Resultados similares se obtuvieron en un análisis de LT usados en Córdoba (Argentina), que reveló que en la presentación de los conceptos vinculados a Biotecnología el enfoque Ciencia Tecnología Sociedad Ambiente (CTSA) no se presenta como eje estructurador de significados [50].

Por otro lado, en los LT de nivel medio de Brasil se prioriza la teoría de Darwin por sobre la de Lamarck. A

Darwin se lo presenta como modelo de científico y a Lamarck como un teórico especulativo y su teoría se expone bastante distante de la original [53]. En otro estudio realizado también sobre LT brasileños de nivel medio, se encontró que implícitamente persisten concepciones antropocéntricas y, en algunos, errores conceptuales en el desarrollo del tema evolución humana [54].

Otro estudio, analizó el tema de genética humana en LT brasileños de nivel medio y detectó que se le otorga poca importancia dentro de la enseñanza de Genética. El abordaje que se realiza no es adecuado porque presenta a determinadas enfermedades con un determinismo genético desconociendo la influencia de factores ambientales [52].

En LT de Ciencias Naturales de Educación General Básica, el tema respiración celular se desarrolla predominantemente mediante contenidos conceptuales abordados de forma declarativa. Están ausentes conceptos esenciales para la comprensión de la respiración celular y las actividades se orientan a la comprobación de la teoría presentada. La presencia de tópicos históricos es escasa [60].

En España se indagó acerca de las ideas de una muestra de alumnos de primaria sobre sus concepciones acerca de los microorganismos. Éstos atribuyen características negativas a los mismos, lo cual está en concordancia con el tratamiento del tema en una muestra de LT de Ciencias Naturales examinada durante la misma investigación [61].

Por otra parte, se recopilaron varios artículos vinculados a contenidos de salud. La alimentación y actividad física en LT de Ciencias Naturales de primaria de España, se aborda casi exclusivamente a través de contenidos conceptuales. Los diferentes niveles que configuran el concepto de salud están desigualmente desarrollados [62].

Uno de los artículos advierte que en los LT de ESO de Galicia, se presentan numerosas enfermedades infecciosas, pero sin profundizar en casos concretos que permitan entender la actuación del sistema inmunológico. Las actividades se limitan mayoritariamente a la reproducción de contenidos y se dejan de lado temas controvertidos [63]. Otro trabajo, realizado sobre LT de nivel medio de Brasil, reveló que el tema dengue se aborda en los capítulos destinados a los virus. Advierte que a veces se presenta con errores conceptuales e ilustraciones inadecuadas [67]. Similares características encontraron para el tratamiento de la Leishmaniasis, sumado a que en los LT no se fomenta establecer relaciones entre salud y ambiente [66]. Otros estudios se ocuparon de examinar la presentación, en LT de nivel medio de Brasil, de cuestiones vinculadas a educación sexual, enfermedades de transmisión sexual, sus síntomas y mecanismos de prevención [64]. Se encontraron descripciones sucintas de enfermedades de transmisión sexual y la ausencia de algunas, como hepatitis B y C [65].

Finalmente, se encontró un artículo sobre la nutrición celular en LT de ESO de Cataluña, el cual reveló que se muestra una multiplicidad de conceptualizaciones para la energía. Las más comunes son las relacionadas con la idea de flujo y almacenaje. La definición que tiene más consenso entre la comunidad de expertos, la que incorpora la idea de energía como una característica de los sistemas

materiales dependiente de las propiedades de éstos, está prácticamente ausente. En LT y textos digitales examinados se materializa a la energía, no se consideran sus características de conservación, degradación, transferencia y transformación [55].

a.3) Bloque III: contenidos del área de Química

Un estudio realizado sobre los LT de nivel primario de Brasil, reveló que la Química ocupa poco espacio en el currículo, recibiendo un tratamiento fragmentado, y siendo poco reconocida por los docentes como un contenido relevante. Del estudio se desprende que los LT analizados contribuyen de forma poco sustancial a una adecuada enseñanza elemental de Química [68].

Otro estudio mostró que los distintos sistemas materiales no se tratan al mismo nivel explicativo en LT de Ciencias Naturales del último ciclo de primaria y primer ciclo de ESO de España. Las mezclas se abordan desde el ámbito macroscópico en primaria, las sustancias puras simples y compuestas se abordan macroscópicamente y microscópicamente en secundaria. Los LT presentan deficiencias que explicarían las dificultades del alumnado: el estudio de las mezclas no se realiza en paralelo con la caracterización de sustancias puras, según se sugiere desde la investigación educativa [69].

Por otro lado, el concepto de combustión ha ido perdiendo protagonismo en los LT universitarios de Química General de Colombia. En estos están ausentes aspectos históricos y casi no se establecen relaciones entre el concepto de combustión con otros (como corrosión calcinación, respiración, reducción y oxidación) [70]. De manera análoga, otro trabajo mostró que el papel de los iones en las transformaciones químicas en solución no es enfatizado de manera adecuada en los LT de Química de los niveles medio y superior de Brasil. La transposición didáctica, realizada con la finalidad de hacer más simple el aprendizaje tanto de las reacciones como de las ecuaciones que las representan, devino en una súper-simplificación de estos conceptos, y/o en la simple memorización de algoritmos para la escritura de ecuaciones químicas [71]. Algo similar se detectó en los LT universitarios de Química usados en la Universidad de Buenos Aires. La simplificación con que se desarrolla la estequiometría no ayuda a discriminar los modelos científicos subyacentes (ley de conservación de la masa), lo que conduce a los estudiantes a construir generalizaciones erróneas [75].

Otro trabajo analizó como se realiza la transposición del modelo de Lewis- Langmuir en LT de Química usados en enseñanza media y superior de Colombia. Los resultados muestran que en los LT no hay referencia a la historia de la construcción del modelo y al rol de Langmuir en su divulgación, el tratamiento se reduce al uso de las fórmulas de Lewis. Subyace la idea de Ciencia como producto, cuyo aprendizaje se da por repetición memorística [72]. Otro trabajo se ocupó de elaborar una escala de confiabilidad para la transposición didáctica de los modelos moleculares de Kossel, Lewis y Pauling en LT universitarios de

Colombia y en páginas *web*. Tras cotejar los materiales originales, se concluyó que los modelos moleculares mencionados no corresponden a los propuestos originalmente, utilizan terminología que sugieren que el concepto de molécula es conocimiento definitivo, cierto, visible y absoluto (visión positivista) [73].

Quílez y Quílez [74] analizaron el tratamiento de las constantes de equilibrio experimentales y de la constante de equilibrio termodinámica por parte de LT de Química General de Bachillerato y Universidad de España. Se detectó que existe una amplia confusión terminológica en lo que se refiere a las constantes de equilibrio y su carácter dimensional. En general, no se introducen las tres constantes ni se establecen las relaciones entre ellas.

Otro estudio realizado sobre LT de Química de nivel medio de Brasil, reveló que en la mayoría se opta por enfoques que no consideran los aspectos aleatorios en la presentación de la teoría cinética de colisiones de partículas en reacciones químicas. Las velocidades de reacción se tratan de manera cualitativa, lo que induciría a pensar que se tratan de datos puramente empíricos que no pueden ser modelados teóricamente. El abordaje no es apropiado dado que dista bastante del modelo científicamente aceptado que se apoya fuertemente en sucesos probabilísticos [76].

También se encontró un trabajo que analiza cómo se han ido modificando los contenidos sobre estructura atómica y molecular de sesenta y ocho LT introductorios de Química, publicados en España, entre 1928 y 1978. Este estudio revela que a medida que se van forjando los conceptos cuánticos éstos se van sumando al discurso de los LT y coexisten con las explicaciones clásicas y pre-cuánticas. Concluyeron que existe un progresivo distanciamiento entre los contenidos de los LT y la literatura especializada [77]. Este mismo tema fue analizado en LT usados para la enseñanza de Química en universidades de Venezuela. Los investigadores compararon los LT con material textual que tomaron como referencia y encontraron que los textos analizados presentan explicaciones y conceptos con un alto grado de inexactitud e imprecisión y un uso inapropiado de los niveles macroscópico y microscópico, lo que podría ser fuente de concepciones erróneas en los estudiantes [78].

Un estudio presentó un análisis conceptual, histórico y didáctico de los conceptos sustancia y reacción química, en sus aspectos macroscópico y microscópico y su participación en la definición de la Química, luego se revisaron las definiciones presentadas por profesores y LT de Química de nivel medio de Argentina. Se encontró que los LT no definen algunos conceptos básicos que abordan en sus páginas, presentan proposiciones erróneas o generalizaciones imprecisas y no tienen en cuenta las concepciones alternativas que pueden fomentar los mismos textos, y tampoco se introducen casos históricos [79].

b) Analogías

Existen trabajos de investigación que analizaron las analogías presentes en LT de Física del PNLDM de Brasil. Estos revelaron que, en la mayoría de los casos, los autores

de LT no identifican los límites de validez de la analogía y no presentan las conclusiones, dejando esta tarea a cargo del alumno o del profesor [81]. Un estudio similar, pero focalizado en las analogías utilizadas para el tratamiento del tema electricidad, reveló que algunas de ellas están vinculadas a una cultura o región y que, por eso, hay que utilizarlas cautelosamente en el aula y que, a veces, éstas se establecen con conocimientos anteriores, que pueden no ser conocidos o incluso pueden haber sido olvidados por el alumno, lo cual dificulta que se conozca lo que se pretende comparar [80]. Atributos semejantes presenta el LT público de Química utilizado en secundaria en el estado brasileño de Paraná. Se encontró que la mayoría de las analogías están relacionadas a tópicos de naturaleza no observable, como conexiones químicas y estructura atómica [83].

Otro estudio explora las analogías atómico-bélicas (entre el lanzamiento de partículas sobre núcleos atómicos y acciones como bombardear y disparar proyectiles sobre blancos diversos), que forman parte del lenguaje utilizado en las lecciones nucleares y atómicas de los LT españoles de Física y Química durante la segunda mitad del siglo XX.

En dichos textos se proporcionaban informaciones parciales sobre el poder energético nuclear y la investigación atómica era descrita con un lenguaje lleno de imágenes bélicas. El uso extendido de estas analogías podría haberse originado en la comparación de Rutherford del descubrimiento del núcleo con el rebote de balas sobre papel. Los LT influenciaron el imaginario social del núcleo atómico de la época, que tomó connotaciones bélicas y energéticamente sesgadas. Dicho lenguaje bélico fue atenuándose en los LT a fines del siglo pasado con la incorporación de la mujer como autora de LT [82].

c) Errores e imprecisiones

Un estudio reporta numerosos errores en los LT de ESO sobre el desarrollo histórico de la Astronomía. Algunos están vinculados con el no reconocimiento de los descubrimientos no helénicos de la antigüedad. Si bien en todos los LT se mencionan teorías anteriores a la griega, se limitan a exponer sus aspectos especulativos y de carácter mitológico, reduciendo la Astronomía prehelénica a una colección de leyendas. También presentan errores sobre los calendarios antiguos, en atribuir a Ptolomeo la teoría geocéntrica, en sostener que el geocentrismo tenía menos poder predictivo que el heliocentrismo, en transmitir la idea de que existió un vacío intelectual entre Ptolomeo y Copérnico, en atribuir a Copérnico la autoría de la teoría heliocéntrica cuando fue un defensor de ella, en exponer que Copérnico, Galileo y Kepler demostraron la validez del heliocentrismo, cuando las pruebas observacionales y experimentales a favor de dicha teoría fueron posteriores, en no describir el contexto de surgimiento de las teorías y los intereses a los que responden, etc. Se ofrece una visión deformada y simplista de la evolución histórica del conocimiento del universo [84].

Los tratamientos incorrectos en la introducción y empleo de las magnitudes relacionadas con la energía libre

de Gibbs en LT de Química Universitarios, surgen del excesivo énfasis matemático. En los LT se enfatiza la aplicación de fórmulas por sobre la explicación cualitativa de los conceptos relacionados. Desde la investigación, en virtud de la alta demanda conceptual de estos conceptos termodinámicos, se sugiere eliminarlos del *currículum* de Química General y tratarlos adecuadamente en un curso avanzado, de esta forma se evitaría su introducción mediante tratamientos termodinámicos excesivamente simplificados y erróneos [85].

Otro estudio analizó el tratamiento del efecto invernadero en LT de nivel medio y universitario de Brasil y en sitios *web*. En los LT de secundaria, se encontraron errores vinculados a la inadecuada utilización de la terminología: se afirma que la energía que alcanza la superficie de la Tierra es reemitida o reflejada, ello supone que no hubo modificación en la longitud de onda de esta luz, como las longitudes de onda de la radiación incidente y de la emitida por la superficie son diferentes, la terminología correcta es irradiación o emisión. Este error no se encontró en textos universitarios. El uso de términos como escudo, aprisionada, retenida o alguna variante, podrían convertirse en un obstáculo epistemológico al inducir al lector a creer que hay una barrera física que impide la salida de los gases. El uso de estos términos se encontró en LT de ambos niveles. Esta idea de barrera también es reforzada por las ilustraciones que se presentan en los LT de nivel medio. El uso indiscriminado de la analogía con un invernadero también refuerza esta idea de barrera, puesto que no se aclara que a nivel atómico ambos procesos son muy diferentes. Los mismos errores se reproducen en las actividades experimentales que se proponen en sitios de Internet. Los equívocos descriptos pueden propiciar la creación de obstáculos epistemológicos, fortalecidos por el uso de analogías e imágenes concretas en el tratamiento de un modelo teórico que envuelve diferentes fenómenos abstractos [86].

En LT de Química usados en los niveles medio y universitario de Brasil coexisten cuatro concepciones para definir a las sustancias: animista, sustancialista, atómico-molecular y empirista. A pesar de que las dos últimas son consideradas como las más adecuadas, no estuvieron exentas de errores conceptuales. Por ejemplo, se afirma que una molécula posee las propiedades de una sustancia, y en realidad, es a través de las interacciones entre moléculas que resultan las propiedades específicas de las sustancias. Además, los LT analizados son ineficientes y superficiales al intentar elaborar la presentación del concepto bajo una mirada histórico-epistemológica, y están llenos de contenidos y clasificaciones innecesarias [87].

Por otro lado, en los LT usados en carreras científico tecnológicas de Argentina, los problemas resueltos concernientes a corriente alterna también presentan errores de diversa naturaleza. Se los ha categorizado como errores de impresión, errores de datos por omisión o contradictorios y errores conceptuales. El advertir estas cuestiones a los estudiantes –que en su mayoría asumen que los LT son “reservorios exentos de errores”- y proporcionarles

d) Relaciones Ciencia Tecnología Sociedad (CTS)

Existen varios estudios que analizan el tratamiento que se da a las relaciones CTS.

Un artículo versa acerca de la incorporación de la temática en los LT de Ciencias de Educación Primaria en Portugal y en España, antes de las últimas reformas educativas acontecidas en ambos países. El tratamiento se hace de manera insuficiente y sin explotar su potencial en los LT de ambos países, principalmente en el discurso y en menor medida en las actividades propuestas, siendo más relevante en LT portugueses [89]. No se discute sobre aspectos negativos, impactos y límites de la Ciencia y la Tecnología, ni la influencia de la Sociedad y el Ambiente sobre ellas, tampoco sobre cuestiones éticas y sociales del trabajo de los científicos. Las actividades propuestas son principalmente de cuestionamiento, cerradas y de solución inmediata. Prevalece la enseñanza por transmisión [89, 90]. Similares características revisten los LT de Química usados en décimo grado en Portugal. La incorporación del enfoque CTS es poco significativa: las relaciones entre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad no aparecen explícitamente, el discurso de los manuales escolares se centra en el contenido y las actividades propuestas no incentivan a explorar, comprender y evaluar las interrelaciones CTS [92].

De Pro y De Pro [95], tras indagar LT de Tecnología de 3° de ESO para los temas de electricidad y electrónica, concluyen que prevalecen los contenidos conceptuales por sobre los procedimentales y los actitudinales, con enunciados de tipo declarativo. Las actividades propuestas son cerradas, cuantitativas y de aplicación de ejercicios, con un uso descuidado del lenguaje que, probablemente, favorezca la aparición de errores conceptuales y procedimentales en los estudiantes. Si bien los LT se ajustan bastante a los currículos oficiales, en ellos se ignoran aspectos vinculados a las relaciones CTS como las repercusiones medioambientales o las normas de seguridad relacionadas con estos temas.

García y Criado [96] investigaron el enfoque CTS en el tratamiento de la energía nuclear en LT de Física y Química de 3° de ESO. En los LT están contempladas las aplicaciones tecnológicas de la energía nuclear, pero hay escasa presencia de los aspectos socioeconómicos y políticos, pese a las recomendaciones del currículo a favor del tratamiento de problemas controvertidos y actuales. A través de enunciados declarativos, se hace referencia a cuestiones vinculadas a la Historia, al impacto medioambiental y en pocos se señala a la ciencia atómica y nuclear como fruto del trabajo colectivo. Del análisis de estas mismas aristas en las actividades propuestas en los LT, se infiere una cierta resistencia a la introducción de actividades de tipo CTS. García [94] indaga sobre estas mismas cuestiones en LT de Tecnología de 3° de ESO, bajo la premisa de que esta asignatura, representaría un contexto favorable al enfoque CTS. No obstante, sus hallazgos

marcan una tendencia hacia la prevalencia de contenidos conceptuales y declarativos, alejados de cualquier controversia y basados en las aplicaciones del desarrollo tecnológico. Estos resultados están en la línea con los obtenidos por Martín y colaboradores [97], tras la revisión de una muestra de LT de ESO acerca de los contenidos declarativos en torno al tema de energía. Advierten que se presta poca atención al problema de la energía, en especial a sus aspectos controvertidos. El análisis de los “pros y los contras de las actividades de producción” y de “las implicaciones derivadas del consumo energético”, pone de manifiesto que los contenidos propuestos en los capítulos destinados al estudio de la energía no contienen la información necesaria para brindar a los estudiantes una idea de lo controvertido del tema y de su enorme importancia en el estilo de vida moderno.

Otro trabajo analizó las descripciones presentes en los LT de ESO sobre dispositivos tecnológicos cotidianos. Las exposiciones suelen seguir un corte tradicional, con secuencias deductivas y subordinadas a la teoría. En dicho trabajo, también se compararon los manuales actuales con los de los años 70, y se constató un incremento del número de referencias a diversos dispositivos. La frecuencia de aparición de los dispositivos está relacionada con su conexión estrecha con un principio o ley y con el uso extensivo que la sociedad hace de él [91].

También se encontró un trabajo que indagó acerca de las concepciones relativas al conocimiento científico y al conocimiento tecnológico, en LT de Química General utilizados en la Universidad de Buenos Aires [93]. Un grupo de LT subraya la naturaleza básica de la Química pero no mencionan a la Tecnología, o bien lo hacen como ciencia aplicada, sin referir a la existencia de un saber tecnológico con características propias, en un grupo reducido de LT se presenta a la Tecnología como conocimiento autónomo. En todos está ausente una definición explícita del conocimiento tecnológico. En estas cualidades, observadas en la mayoría de los LT, subyace una visión positivista de la ciencia.

e) Estudio de las imágenes

Existen varios artículos que se focalizaron en el estudio de las imágenes presentes en los LT de diferentes áreas para el desarrollo de diversos contenidos.

En cuanto a las imágenes utilizadas en el tratamiento de contenidos de Química, Matus y colaboradores [98] analizaron las relativas al enlace químico en LT de ciencias usados en la Educación General Básica y Polimodal de Argentina. Encontraron que las mismas se utilizan mayormente para definir y describir, empleando un discurso expositivo, con pocas referencias a dudas, preguntas, etc. y su relación con el texto principal es predominantemente connotativa, dado que éste describe los contenidos sin establecer una correspondencia con los elementos incluidos en la ilustración. En cuanto al nivel de iconicidad de las mismas es variado, las imágenes también responden a una diversidad de modelos que no siempre van acompañadas de

explicaciones sobre las semejanzas y diferencias entre ellos, lo que dificultaría la comprensión y comparación de los mismos. Estas características llevan a los investigadores a concluir que en los LT se transmite una imagen de Ciencia dogmática. Resultados análogos se desprenden del estudio realizado sobre las imágenes de equilibrio químico presentes en LT de Química del PNLDM de Brasil [100]

En una línea semejante, Matus y colaboradores [99] amplían el estudio a LT de otros niveles del sistema educativo argentino. Analizan las imágenes para enlaces químicos y su asociación con los diferentes modelos atómicos que las sustentan como así también el grado de iconicidad y el lenguaje de las mismas. Concluyen que a medida que se avanza en el nivel educativo las imágenes tienen cada vez menos iconicidad. En EGB prevalece el lenguaje gráfico, en Polimodal el formal y ambos en el universitario. Los modelos atómicos necesarios para la comprensión de estas imágenes son mayoritariamente los que no contemplan la estructura interna del átomo para el tercer ciclo de EGB y aquellos que sí la contemplan (modelos de Bohr-Sommerfeld) en Polimodal. En los LT universitarios prevalecen los modelos ondulatorios (modelo de la Física Cuántica). En los LT no se explicitan cuales son los requerimientos conceptuales para la comprensión de las imágenes que se usan, es decir, se las utiliza sin hacer alusión al modelo atómico que se necesita para su comprensión, lo que dificultaría el aprendizaje.

Un estudio similar acerca de las imágenes utilizadas para el desarrollo de temas vinculados a la generación y distribución de energía en LT de Tecnología de Educación Secundaria de Argentina, mostró que éstas tienen diversas funciones, de las que prevalece la descriptiva. Predominan las fotografías que, generalmente, requieren sólo la observación del lector. Estas características de los LT no promoverían en los estudiantes una comprensión profunda de los contenidos que se desarrollan, ya que no se logra combinar de forma óptima recursos lingüísticos y visuales [105].

También se encontró un trabajo que exploró las imágenes del cuerpo humano presentes en LT de Educación del Medio de nivel primario de España [101]. Dicho artículo reveló que el diseño de las imágenes no tiene en cuenta las dificultades que suponen su aprendizaje, y que en los LT no existen ayudas suficientes para guiar la interpretación y comprensión de éstas, y por tanto se presentan como si fueran autoevidentes o transparentes. Y otro trabajo [102] se focalizó en la presentación del sistema respiratorio en LT iniciales de primaria de Brasil. Los resultados de este análisis apuntan la existencia de fallas explicativas en textos e imágenes y la gran cantidad de imágenes decorativas, lo que puede comprometer el aprendizaje de conceptos. Se constató una transposición didáctica que simplifica los procesos en extremo.

También se encontró una revisión de LT de Ciencias de la Naturaleza de bachillerato (vigente previo a la reforma educativa española) y LT de Biología y Geología de ESO acerca de las ilustraciones usadas en el desarrollo de los ciclos del carbono y del nitrógeno. Se cotejó con ilustraciones presentes en libros de Ecología de nivel

superior. Globalmente la información está sesgada: para el ciclo del carbono se priorizan los componentes terrestres de los ecosistemas y se produce un olvido de los ecosistemas marinos, para el ciclo del nitrógeno esto es aún más notorio. La complejidad de las imágenes requiere de una instrucción específica del profesor y con ello se desaprovecha la potencialidad de la relación imagen-texto [103].

Otro estudio analizó las imágenes de la balanza eléctrica de Coulomb en LT de secundaria de Brasil. La mayoría de las imágenes, en cuanto a su grado de iconicidad, corresponde a diseños figurativos y hay pocas con grado de iconicidad fotográfica. En general, no articulan coherentemente la imagen con el texto (relación connotativa), tampoco movilizan las etiquetas verbales. En general, las imágenes no propician un mejor entendimiento del concepto [104].

Las imágenes inherentes al fenómeno del día y la noche [107], y con las que se pretende explicar el ciclo día/noche, las estaciones del año y las fases lunares [106], presentes en los LT argentinos de primaria, exhiben errores conceptuales y didácticos. Se cree que algunas de las concepciones alternativas vinculadas a fenómenos astronómicos cotidianos, pueden haber surgido a partir de la observación de imágenes en los manuales escolares. El elevado número de errores conceptuales detectados sugiere que las concepciones alternativas persisten en los propios dibujantes y autores de LT. Y la cantidad de errores didácticos indicaría la falta de capacitación de los autores de LT en Didáctica de la Astronomía, dado que se infiere que muchos de ellos desconocen cuáles son las concepciones erróneas más comunes sobre los fenómenos astronómicos.

Un estudio se focalizó en los diagramas de energía de orbitales presentes en LT universitarios de Química brasileños. En las obras inspeccionadas, los diagramas (tipo particular de imagen) proporcionan las convenciones y reglas para operar con ellos y para interpretarlos. Sin embargo, no se alerta al lector de que los diagramas poseen limitaciones dado que ofrecen informaciones parciales sobre el objeto. Al abordar las informaciones que pueden ser obtenidas mediante el uso de diagramas solamente por su aplicación en algunos contextos, los LT incurren en el peligro de tomar tales informaciones como autoevidentes, no como inferidas y construidas por razonamientos [108].

f) Actividades desarrolladas y sugeridas

En los LT usados en el ciclo básico de carreras científico-tecnológicas de Argentina, los problemas resueltos inherentes a los temas circuitos RC [26] y circuitos RL [110] en corriente continua, y circuitos RLC en corriente alterna [109], son cerrados y cuantitativos. Los enunciados hacen referencia a situaciones específicas de la disciplina, o a experiencias de laboratorio de enseñanza, y en pocos casos a situaciones cotidianas. Las consignas son, mayormente, cerradas, siendo el cálculo numérico de variables el procedimiento más solicitado. En la mayoría no se explicita el modelo físico adoptado. Estos atributos

estimularían el uso de algoritmos matemáticos y no propiciarían la comprensión cualitativa de los problemas y el análisis de los conceptos físicos subyacentes.

Forjan y Slisko [111] analizan si las etapas de la modelización matemática en Física están contempladas en los problemas resueltos que presentan dos de los LT de Física de la escuela secundaria eslovena. Encontraron que dichas etapas están desarrolladas de forma desigual. La primera, que engloba la conceptualización del modelo (simplificaciones e idealizaciones, y utilización de imágenes, esquemas, diagramas, gráficos para lograr la visualización del modelo) está ausente en ambos LT analizados. La segunda fase, que corresponde a la formulación del modelo mediante el planteo de ecuaciones está menos representada y se cree que se debe a que hay muchos problemas de cálculo bastante triviales en los que no es necesario todo el proceso de modelado. La tercera fase, la de análisis del modelo en la que las ecuaciones se resuelven y se analizan las características del proceso, es la que está más desplegada, circunscribiéndose mayoritariamente a problemas de cálculo numérico de ciertas cantidades. Lo cual reforzaría la visión de la Física como una ciencia en la que se resuelven problemas para los cuales solo es necesario encontrar la fórmula correcta, insertar números y calcular la cantidad deseada. Finalmente, la validación del modelo, analizando su razonabilidad y adecuación a datos experimentales, no está desarrollada.

El análisis que realizaron López y Guerra [112] de las actividades de aprendizaje incluidas en dos LT de Ciencias Naturales de Educación Primaria de México, reveló que en estas prevalecen los objetivos de obtención de conocimientos y aplicación de la teoría, y están prácticamente ausentes aquellos vinculados con la detección de ideas previas y el desarrollo de técnicas. En cuanto a los procedimientos involucrados, se prioriza la observación, la búsqueda de información y la comunicación. En tanto que procedimientos como planificación del proceso, organización de la información, elaboración de conclusiones, habilidades manipulativas y de cálculo están poco presentes. Las autoras indican que lo ideal sería incluir actividades que consideren distintos objetivos y procedimientos, de manera equilibrada. Concluyen que solo la mitad de las actividades tienen un nivel aceptable en lo que respecta al potencial de promoción de aprendizaje.

Otro estudio compara las ediciones de 2012 y de 2015 de diez LT de Física recomendados por PNLD en Brasil para la Educación Secundaria en lo que respecta a las actividades experimentales sugeridas en los mismos [113]. Los resultados indican que los tres LT que presentan mayor cantidad de actividades experimentales en sus desarrollos, han disminuido el número de las mismas en la edición más reciente. En tanto, los demás las han incrementado levemente. Además, hay una distribución no uniforme de los experimentos en los temas de Física, prevalecen los relacionados con los movimientos de los cuerpos. Se comprueba que los autores persisten en la utilización de imágenes de las experiencias en los textos, buscando

facilitar el entendimiento de la actividad, en la presentación de experimentos de carácter conceptual, requiriendo del alumno la elaboración de una respuesta verbal sobre algún fenómeno cotidiano y en la utilización de equipamiento accesible. Los aspectos históricos sociales continúan poco contemplados en las dos ediciones del PNLDM.

Otro estudio, reveló que los cuestionamientos presentes en los tres LT de Ciencias Naturales más vendidos en Brasil para séptimo, octavo y noveno años, poseen diversos objetivos y requieren habilidades cognitivas de bajo nivel. Prevalece la función de la pregunta como introductoria del texto a ser desarrollado y es casi inexistente como mecanismo para detectar conocimientos previos. Son, en su mayoría, de índole enciclopédica y en menor medida de comprensión y relacionales, lo que no estimula la movilización de conocimientos [114].

g) Aspectos Históricos y vinculados a la Naturaleza de la Ciencia

En este apartado se incluyen varios trabajos que versan sobre cuestiones vinculadas a la Historia y Filosofía de las Ciencias presentes en LT.

Un artículo presentó el análisis de las argumentaciones presentes en LT en relación a la Entropía. En general se transmite un modelo dogmático de Ciencia. Los LT se diferencian en el contenido factual al que hacen alusión y en el modo de presentarlos: en algunos los fenómenos presentes son simbólicos y en otros son hechos reales o de laboratorio, se presentan utilizando definiciones y deducciones en algunos casos y en otros, también mediante comparaciones. Además, están dirigidos mayoritariamente a un lector próximo (alumnos, colegas) y distante (discípulo) en algunos. El tipo de intervención docente según el enfoque seguido, es la clase transmisiva [116].

Se encontró un trabajo que analizó cómo se efectúa la transposición didáctica del modelo atómico propuesto por Rutherford en LT de Química de secundaria y universidad usados en Colombia. Si bien hay cierta similitud entre los desarrollos que se presentan en los textos de ambos niveles, en los diez textos universitarios inspeccionados existe una mayor aproximación al tratamiento histórico-epistemológico, se tienen en cuenta los resultados experimentales y, en algunos, se alude a que el modelo de Rutherford fue una construcción comunitaria. A pesar de ello, en los LT se obedece al paradigma habitual de la transmisión y repetición de contenidos curriculares enmarcado en el paradigma positivista [118]. También se encontró un artículo [121] que realiza un estudio histórico y epistemológico del modelo semicuántico de Bohr y luego, un análisis de una muestra similar de LT de Colombia. Éste reveló diferencias importantes entre la propuesta de Bohr y la transposición del modelo. Los LT examinados se caracterizan por mostrar los modelos terminados sin mencionar los problemas que los originaron y los que solucionaron, los conflictos y controversias a las que se enfrentaron los especialistas cuando construyeron el modelo, lo que no contribuye significativamente en la

superación de visiones deformadas de la actividad científica.

Resultados similares arrojó otro estudio sobre los LT de ESO y Bachillerato españoles: los modelos atómicos se presentan desde una estrategia de memorización mecánica, sin aplicarlos a la justificación de las propiedades de la materia, se introducen descontextualizados de su momento histórico-científico y manteniendo ideas positivistas referidas al avance de la Ciencia [120].

Domenech y colaboradores [119], amplían estos estudios para mostrar si en los LT, además de ponerse el foco en los resultados experimentales de Thomson, Marsden y Geiger, se introducen otras ideas que ayuden a construir una imagen adecuada de lo que significa el avance científico. Indican que el modelo atómico de Thomson se presenta de manera escueta e incompleta y la presentación del modelo de Rutherford excede la propuesta inicial (incluye las partículas subatómicas descubiertas con posterioridad). En general, para ambos modelos, los aspectos de la materia que los mismos explican, las predicciones que permiten y sus limitaciones, están poco desarrollados. Al no considerarse facetas importantes de los modelos, se brinda una imagen positivista de la Ciencia.

Farias y colaboradores [117] analizaron los aspectos relacionados a Historia de la Ciencia para el tema estructura atómica en cinco LT de Química usados en universidades españolas, mediante la aplicación de cuatro metodologías diferentes. En concordancia con Domenech [119] advierten que en los LT los modelos se apoyan casi exclusivamente en datos experimentales, lo que lleva a incorporar información surgida con posterioridad (mención de partículas subatómicas cuando aún no eran conocidas). Señalan que en la mayoría se presenta una imagen de la Ciencia caracterizada por descubrimientos aislados fruto del trabajo de científicos individuales.

Otro trabajo versa sobre la Historia de la Ciencia en LT de Química del PNLDM de Brasil [115]. Señalaron que este aspecto se presenta en los LT de manera lineal y superficial, constanding, sobre todo, de nombres y fechas, las ideas científicas sólo se mencionan, no se acompañan de explicaciones acerca de cómo fueron generadas ni cuáles fueron los cuestionamientos que condujeron a ellas. Los investigadores concluyeron que estas características de los LT no contribuyen a que los estudiantes desarrollen una imagen adecuada de la Ciencia.

El enfoque histórico está insuficientemente desarrollado en los LT de Química del PNLDM de Brasil, en lo que respecta al abordaje de la tabla periódica [123]. En general, transmiten la idea de que la tabla periódica es un producto que se puede explicar sólo después del entendimiento de la teoría atómica moderna y no utilizan el desarrollo de la tabla periódica como argumento para explicar dicha teoría. Se la presenta como una generalización inductiva e históricamente descontextualizada, no se aclara que la tabla periódica no es la que elaboró Mendeleiev originalmente, sino una reconstrucción fruto del trabajo de varios científicos.

Los aspectos históricos relativos al modelo de la doble hélice de ADN están contemplados y sin errores en los LT

de Biología del PNLDM en Brasil. Sin embargo, se sugieren reformulaciones a los enunciados presentes en los LT a fin de que permitan un abordaje en el que los aspectos históricos se expongan inmersos en una red (abordaje relacional). Este abordaje permitirá mostrar otra concepción de Ciencia en la que los científicos poseen ciertos objetivos no siempre compartidos por todos los que trabajan en problemas cercanos y en la que el adherir a un objetivo, ayudaría a explicar el éxito o no de una corriente [122].

En los LT de Física utilizados en el nivel medio de México, Garzón y Slisko [124] encontraron una serie de deficiencias en las presentaciones que realizan del episodio histórico del experimento de Galileo (experimento con el plano inclinado que Galileo realizó para probar que la caída libre es un movimiento uniformemente acelerado), y que éstas tienen repercusiones negativas en el aprendizaje de la Física, al enfatizar aspectos de la Ciencia que son inexactos. Otro estudio analizó cómo son presentados los hechos históricos en tópicos de Electricidad en LT de Física de nivel medio de Brasil. Concluyeron que se presenta una historia distorsionada y simplificada, muy centrada en Franklin y sus descubrimientos, sin tomar en consideración el trabajo previo de otros científicos, en la que se atribuyen a los científicos del pasado términos e interpretaciones actuales de los fenómenos físicos [125].

En LT de Física utilizados en el nivel medio brasileño se mencionan las contribuciones de Galileo a la Astronomía y otros acontecimientos de la época. Sin embargo, se refieren a éstos como hechos desarticulados entre sí y del contexto más amplio, asumiendo una perspectiva restringida en relación con la Naturaleza de la Ciencia. Los datos observacionales de Galileo, se tratan de forma restringida desde una perspectiva epistemológica empirista-inductivista, en la que se desprecian las presuposiciones teóricas de aquel en la interpretación de los datos, se exponen siguiendo un abordaje a-problemático, en el que se enfatiza el producto en detrimento de los problemas y disputas que propiciaron la teoría [127]. Similares características revisten los LT utilizados para la enseñanza de Ciencias Naturales en los últimos años de la Educación Básica de Portugal, éstos también se hallan en consonancia con visiones empírico-inductivistas. La evolución del conocimiento científico se presenta frecuentemente como un proceso lineal y acumulativo, con escasas referencias a controversias y debates, los avances científicos son atribuibles, en términos generales, a una sola persona y sólo están condicionados por los avances tecnológicos. Estas perspectivas distan de aquellas que son defendidas por las corrientes de la Nueva Filosofía de la Ciencia [126].

El trabajo de Luna y Carreri [130] sobre tres editoriales que comercializan LT de Física para el Polimodal de Argentina, reveló que mayoritariamente se promueven concepciones científicas cercanas al positivismo. Analizaron los supuestos epistemológicos subyacentes en cada propuesta. En la mayoría se concibe a la Ciencia como neutral, al conocimiento científico como propiedad de los objetos y como el único válido en relación a otros conocimientos, al método como un encadenamiento que garantiza un acceso exitoso al objeto, a la tecnología como

aplicación de la ciencia teórica, al desarrollo científico como un proceso acumulativo ininterrumpido y a la experimentación como una instancia de confirmación. Resultados semejantes se encontraron en LT brasileños de nivel medio usados en la enseñanza de Física Cuántica. El tratamiento que en ellos se realiza responde al camino histórico, pero de manera lineal y simplista. Se trata de una historia reconstruida que no muestra ni conceptual ni cronológicamente el desarrollo de la disciplina y que se limita básicamente a la historia de los experimentos [129].

En otro trabajo, tras interrogar a docentes de diferentes jurisdicciones de Argentina sobre sus preferencias en manuales escolares, se tomó una muestra que incluye LT tradicionales y recientes del ciclo básico de secundaria. En ellos se analizó el abordaje de contenidos relacionados con la Naturaleza de la Ciencia y la manera en que se encara la lectura y escritura en los capítulos destinados al tratamiento del concepto de energía. Los resultados mostraron la predilección de los docentes por manuales tradicionales ideados para sistemas educativos anteriores, que presentan falencias en los aspectos analizados. En los manuales tradicionales el tratamiento de aspectos vinculados a la Naturaleza de la Ciencia se propone de forma dissociada a los contenidos específicos, en cambio, en los recientes se incluyen secciones que discuten el carácter tentativo y subjetivo del conocimiento científico [128].

h) Otras cuestiones

De Pro y colaboradores [131] investigaron la respuesta de algunos LT de ESO a las propuestas del currículo LOGSE. Consideraron suficiente analizar los temas de Electricidad y Magnetismo en LT de Física y Estructura de la Materia en LT de Química para caracterizarlos, dado que el “estilo” es transversal a las diferentes lecciones. Hallaron que, en su mayoría, los LT se focalizan en los contenidos conceptuales y, en menor medida, en los actitudinales, se ignoran los problemas de aprendizaje de algunos contenidos conceptuales, y se deslizan errores y concepciones alternativas.

Otro estudio se ocupó de analizar en los dispositivos curriculares y en los LT de Física, Química y Biología de los últimos años de Educación Básica de Chile qué espacio se otorga a la alfabetización científica. Se analizaron contextos de aplicación de los contenidos y competencias que hacen a la alfabetización científica (calcular y estimar, manipular y observar, demostrar comprensión conceptual, extraer conclusiones, interpretar y comunicar datos, usar evidencia, reconocer preguntas científicas, etc.). Los resultados sugieren una apropiación incipiente de dicho enfoque: algunas competencias están prácticamente ausentes, el tratamiento de conceptos se hace principalmente en los textos escolares mediante un discurso expositivo, las relaciones CTS y los aspectos de Naturaleza de las Ciencias casi no se tratan, escasamente se contextualiza el desarrollo de conceptos en situaciones personales, comunitarias o globales de la vida real. En virtud de estas características, se concluyó que los

documentos revisados no estimularían el uso de competencias científicas en los estudiantes [132].

Un artículo se focalizó en el estudio de los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes desde diferentes dimensiones. Para ello entrevistaron a docentes y estudiantes de nivel medio, se analizaron los lineamientos curriculares y LT de Física, Química, Biología y Ciencias Naturales de los niveles medio y universitario argentinos. Se detectó un importante grado de desconocimiento de conceptos básicos sobre el tema, así como ideas que manifiestan la existencia de las posturas de confianza acrítica y temor infundado. Lo cual es consistente con el tratamiento insuficiente del tema en LT. En particular, el tema está poco desarrollado en los LT de nivel medio y en los de nivel universitario no se hace referencia explícita a los efectos biológicos de la radiación [136].

En LT de tercer año de ESO de España se identificaron diversos problemas ambientales (incremento del efecto invernadero, lluvia ácida, pérdida de la capa de ozono, desertificación y erosión del suelo, contaminación del agua, deforestación, generación de residuos, agotamientos de recursos, pérdida de biodiversidad, incremento demográfico). Se tratan de forma aislada y no se plantean las relaciones existentes entre ellos. Los resultados indican que los LT presentan falencias y en general, abordan la crisis ambiental global desde planteamientos tradicionales caracterizados por contenidos excesivamente teóricos, simplificadores y reduccionistas [137]. En LT de Ciencias Naturales destinados a la Educación Primaria de Brasil, se analizaron cuestiones afectivas y éticas referidas a la Educación Ambiental. La temática se desarrolla de manera transversal y se transmite, en general, una visión antropocéntrica de la naturaleza, en la que el hombre es el dueño y los demás seres vivos se valoran en función de su utilidad al ser humano. Otros problemas encontrados se relacionan con la valorización del conocimiento científico por sobre otras formas de conocimiento, las acciones humanas individuales en detrimento de las colectivas y la mera presentación de leyes ambientales [138]. En una línea semejante, un trabajo analizó el discurso sobre cuestiones de Salud y Ambiente en LT brasileños. Se concluyó que el abordaje dado al tema no es elaborado solamente por medio de causas biológicas, lo que puede ser considerado un avance si se lo compara con resultados anteriores de investigaciones brasileñas sobre la misma temática. No obstante, no hubo cambios en lo vinculado a aspectos sociales y/o económicos, se mantuvo la unicausalidad, caracterizada por un enfoque orientado únicamente hacia las facetas sociales, sanitarias o biológicas de los contenidos [135].

También se encontró un estudio que analizó si en los LT de Biología de nivel medio de Brasil se incorporan textos de divulgación científica. Los resultados muestran que éstos están presentes en tres diferentes lugares de los libros: al principio de los capítulos, como motivadores, a lo largo del capítulo, relacionado a algún tema desarrollado en el texto, o al final del capítulo, para contextualizar el contenido [133]. Los textos de divulgación científica fueron reelaborados al ser incluidos en los LT: en algunos casos se

omiten ideas presentes en los originales y se distorsionan otras, se substituyen palabras o párrafos, se altera el sentido de las imágenes, etc. Algunas de estas acciones inducen a concepciones erróneas sobre la Naturaleza de la Ciencia [134].

Otro artículo analizó las estructuras textuales de los libros de Química de tercer año de ESO en Cataluña. Los resultados de este estudio pusieron de manifiesto que los LT presentan una red informativa con buena cohesión y complejidad, con una construcción excesivamente teórica de la Química, desconectada de los fenómenos del mundo real y pierde así su poder explicativo y predictivo. El análisis de las estructuras expositivas de los textos evidenció que los estilos varían de acuerdo al tema que se está desarrollando [139].

B. 2. Síntesis

Las investigaciones señalan que en los LT no se otorga el mismo estatus a los contenidos según estos sean conceptuales, procedimentales y actitudinales. Se privilegia el desarrollo de contenidos conceptuales y declarativos [56, 57, 60, 62, 95, 96, 97, 131], que, en ocasiones, no son presentados de manera adecuada [52, 64, 68, 70, 71, 75, 76, 137], el desarrollo de algunos tópicos se realiza de manera lineal, incompleta y superficial [21, 45, 46, 47, 48, 49, 58, 59, 64, 65, 136], de modo fragmentado [68, 69, 70, 74, 137] y en algunos, se presentan imprecisiones de naturaleza diversa y se deslizan errores conceptuales [16, 36, 49, 54, 66, 67, 78, 79, 84, 85, 86, 88, 131].

En general, la presentación de los conceptos se hace a través del lenguaje que proveen las Matemáticas. Según se ha indicado, el desarrollo matemático no siempre es adecuado: los conceptos se presentan a través de ecuaciones formales y desatendiendo cuestiones cualitativas que permiten su comprensión fenomenológica [13, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 26, 44, 71, 119] o bien, el empobrecimiento matemático deviene en la imposibilidad de lograr la integración de conceptos a falta de los modelos adecuados que los generalizan [43].

Por otro lado, en lo que respecta a los LT de Física, numerosas investigaciones alertan acerca de que en ellos se manejan alternadamente dos niveles de información: el sistema lingüístico (expresiones verbales que describen los fenómenos físicos) y el sistema simbólico (ecuaciones matemáticas, gráficos, esquemas, diagramas, etc.). En los LT no siempre se desarrollan lingüísticamente los conceptos y, cuando se lo hace, las afirmaciones lingüísticas a veces no son consistentes con las aseveraciones simbólicas, la falta de coherencia entre ambos sistemas podría ser uno de los factores que dificultarían la comprensión de los estudiantes [24, 27, 28, 30, 31, 32].

Varios trabajos reportaron sobre las hipótesis y simplificaciones que se realizan en el proceso de modelado de un fenómeno. En los LT se usan simplificaciones que no siempre son explícitas en las presentaciones que se realizan [39, 40, 41] o que resultan ambiguas [42], y no se

establecen adecuadamente los límites de validez de los modelos utilizados [15, 29, 38, 39]. Además, se desatienden las cuestiones relativas a las ideas previas de los estudiantes [37], y no se explicitan las diversas connotaciones que determinado contenido puede adquirir tanto en el contexto científico como en el cotidiano [13, 14, 19, 20, 23, 55, 116].

Por otro lado, los problemas resueltos en los LT se circunscriben mayoritariamente a problemas de cálculo numérico de ciertas cantidades. Se presentan estrategias de resolución muy pautadas, cerradas o de solución inmediata, se orientan al uso de algoritmos matemáticos y pocas veces se interpretan y validan los resultados obtenidos [26, 109, 110, 111]. Las actividades de aprendizaje se orientan a la repetición de las ideas del texto [63, 112] estando desigualmente desarrollados los diferentes procedimientos involucrados en ellas [112], las actividades experimentales sugeridas requieren del alumno la elaboración de una respuesta verbal sobre algún fenómeno cotidiano y la utilización de equipamiento accesible [113] y en el desarrollo de los diferentes tópicos se recurre a la pregunta como herramienta introductoria del tema pero no como mecanismo para la detección de ideas previas [114].

Las imágenes que se utilizan para complementar el desarrollo de los temas no están exentas de problemas: algunas son complejas y en los LT se las trata como si fueran autoevidentes dado que no se explicitan cuales son los requerimientos conceptuales para su comprensión o no se proveen las ayudas suficientes para guiar su interpretación [99, 101, 108], se presentan con funciones diversas pero en muchos casos son meramente decorativas dado que presentan una débil conexión con los textos [98, 100, 102, 103, 104, 105]. Algunas son fuente de errores conceptuales [106, 107].

Las formas discursivas del conocimiento científico también fueron objeto de estudio de algunos trabajos [80, 81, 82, 83, 84, 116, 132, 133, 135, 139]. Se encontraron investigaciones centradas en analizar las analogías presentes en los textos, éstas alertan que en los LT no se establece como deben comprenderse las mismas, no se identifican sus límites de validez, y a veces están ligadas a la idiosincrasia de alguna región o se establecen con conocimiento que puede no ser conocido o haber sido olvidado por el estudiante. En ocasiones son fuentes de confusiones y de concepciones erróneas [17, 81, 82, 83, 86]. En cuanto a las argumentaciones usadas para el desarrollo de los conceptos, el contenido se presenta mediante una red informativa con buena cohesión y complejidad, pero con una construcción excesivamente teórica que expone los conceptos como hechos acabados sin posibilidades de discusión [98, 100, 116]. Otros trabajos analizaron si en los LT se incluyen textos de divulgación científica y en cómo éstos, a veces, son reelaborados transmitiendo una visión tergiversada de la Ciencia [133, 134].

Además, los contenidos son desarrollados con escasa alusión a las relaciones CTS de los mismos [94, 95, 96] o con un desarrollo insuficiente de la temática que no explota su potencial [89, 90, 92, 128, 132], dejándose de lado sus facetas controvertidas [63, 97, 127]. Poco se subraya que el

conocimiento científico no se encuentra aislado de cuestiones afectivas, éticas y sociales [51, 138].

Varios investigadores concluyen que los desarrollos de ciertos temas en los LT se exponen obedeciendo a una reconstrucción lógica y racional posterior a los acontecimientos históricos y que no reflejan fielmente la realidad [23, 33, 34, 35, 53, 72, 73, 77, 84, 117, 121, 123, 129]. La desvalorización de la Historia de la Ciencia es una constante en los LT usados en la enseñanza de diferentes ciencias [70, 79]. Los aspectos históricos se exponen de manera lineal, restringida y simplista [115, 122, 124, 125, 127], se refuerza la percepción de la actividad científica como una empresa individual [72, 119, 126], poco se dice sobre las motivaciones de los científicos y las discusiones entabladas para la construcción de las teorías actualmente aceptadas [72, 126]. En general, la Ciencia se presenta como una acumulación de conocimientos, sin desarrollar los conflictos y las controversias a los que se enfrentaron los científicos en los procesos de cambios de conceptos o modelos, tampoco se menciona el contexto socio-histórico del que forman parte las teorías [120, 121, 126]. Los LT transmiten una visión positivista [72, 73, 84, 91, 93, 118, 119, 120, 121, 130] y dogmática de la Ciencia [98, 100, 116].

V. REFLEXIONES FINALES

De lo expuesto precedentemente, se puede inferir que las revistas españolas enfocadas en Enseñanza de las Ciencias son las que tienen mayor producción relativa a estudios que tienen al LT como objeto de estudio. La cantidad de artículos de esta naturaleza ha ido aumentando lenta pero gradualmente con los años. El mayor número de artículos se centra en LT de Educación Secundaria, seguido de LT universitarios, y en menor cantidad los manuales escolares de Primaria. Los principales aspectos sondeados por la comunidad de expertos tienen que ver con los contenidos científicos en sí mismos, analizando entre otras cuestiones la calidad de la información que se proporciona en ellos. Otros se ocupan del estudio de imágenes, de las actividades desarrolladas en los LT y de las sugeridas para el alumno, de los errores, etc. Todos estos aspectos hacen a la caracterización del contenido. También existen varios trabajos que se encargan de caracterizar si los enfoques de Historia y Epistemología de la Ciencias están adecuadamente desarrollados en los materiales textuales y en cómo se abordan las relaciones entre CTS.

Por otra parte, las carencias detectadas en los LT no son exclusivas de una disciplina, y si bien, las investigaciones señalan que hubo mejoras sustanciales en la presentación que se realiza, aún resta mucho por hacer.

A partir de la revisión realizada, se puede notar que, si bien las investigaciones referidas a los contenidos científicos en LT, desde sus diferentes facetas, han ido ganando terreno, aún resta mucho por indagar. En virtud de que no se han encontrado antecedentes específicos sobre el principio de conservación de la energía en LT universitarios, se considera que la presente revisión incita a

indagar un poco más sobre el tema y constituye un insumo del cual partir en futuras investigaciones. La exploración realizada reviste marcadamente el carácter de estudio preliminar, dado que quedaron muchas cuestiones por ahondar en los artículos inspeccionados. Por razones de extensión, no se ha podido caracterizar cuál es la procedencia de los equipos de investigación involucrados, la metodología seguida en cada caso y las conclusiones más importantes a las que arribaron, así como las implicancias didácticas de estos resultados. Futuros estudios darán cuenta de ellas.

REFERENCIAS

- [1] Sociedade Brasileira de Física, *Atas XI Simpósio Nacional de Ensino de Física*. Niterói - Rio do Janeiro: Universidade Federal Fluminense (1995).
- [2] MECyT, *Mejorar la enseñanza de las Ciencias y la Matemática: una prioridad nacional*, Informe y Recomendaciones de la Comisión Nacional para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias Naturales y la Matemática, (2007).
- [3] Occelli, M. y Valeiras, N., *Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación: una revisión bibliográfica*, Revista Enseñanza de las Ciencias **31**, 133-152 (2013).
- [4] Bachelard, G., *L'activité rationaliste de la physique contemporaine*, (P.U.F., Paris, 1965).
- [5] Alvarez Mendez, J., *Entender la Didáctica, entender el Curriculum*, (Miño y Dávila, Madrid, 2001).
- [6] Gimeno Sacristán, J. y Pérez Gómez, A., *Comprender y transformar la enseñanza*, (Morata, Madrid, 2005).
- [7] Martínez Bonafé, J., *Políticas del libro escolar*, (Morata, Madrid, 2002).
- [8] Gattoni, A. y Gangoso, Z., *Las instituciones formadoras de profesores de Física. El formador de formadores*. Memorias de la REF IX, Salta, Argentina 533-539, (1995).
- [9] Giacosa, N., Vergara, M., Zang, C., López, J., Galeano, R., Godoy, N. y Such, A., *Libros de texto y Programas Analíticos de Física en carreras de Ingeniería de la UNAM*, Revista de Enseñanza de la Física **27**, 199-207 (2015).
- [10] Solbes, J. y Tarín, F., *Algunas dificultades en torno a la conservación de la energía*, Enseñanza de las Ciencias **16**, 387-397 (1998).
- [11] Solbes, J. y Tarín, F., *La enseñanza del principio de conservación de la energía: una propuesta y unos resultados*, Enseñanza de las Ciencias **22**, 185-194 (2004).
- [12] Bardin, L., *El análisis de contenido*, (Akal, Madrid, 1996).
- [13] Palacio Díaz, R. y Criado, A., *Lo que no dicen los libros españoles de texto de educación secundaria obligatoria sobre la masa, el volumen y la densidad*, Enseñanza de las Ciencias **35**, 51-70 (2017).
- [14] Machado, J. y Marmitt, D., *Conceitos de força: significados em manuais didáticos*, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias **15**, 281-296 (2016).
- [15] Hoyos, E. y Pocoví, C., *Explicitación de las transformaciones de Galileo: el eslabón perdido en los* Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 13, No. 3, Sept. 2019r
- [16] Alomá, E. y Malaver, M., *Análisis de los conceptos de energía, calor, trabajo y el teorema de Carnot*, Enseñanza de las Ciencias **25**, 387-400 (2007).
- [17] Marino, L., Giorgi, S., Cámara, C. y Carreri, R., *Controversias en el tratamiento del movimiento oscilatorio armónico simple en libros de Física del nivel básico universitario*, Revista de Enseñanza de la Física **27**, 79-87 (2015).
- [18] Marino, L., Giorgi, S., Cámara, C. y Carreri, R., *Los conceptos básicos involucrados en la ecuación de ondas armónicas mecánicas: su tratamiento en los libros de texto de física usados en el ciclo inicial universitario*, Revista de Enseñanza de la Física **29**, 7-19 (2017).
- [19] Farina, J. y Utges, G., *Significado Institucional de Entropía*, Revista de Enseñanza de la Física **27**, 279-287 (2015).
- [20] Flores, F. y Ulloa N., *¿Cómo enseñan la entropía los profesores universitarios?*, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias **13**, 201-221 (2014).
- [21] Corbelle, J. y Domínguez, J., *Ideas de los alumnos sobre radiactividad al finalizar la enseñanza secundaria obligatoria y su relación con los libros de texto y la prensa. Un estudio de caso*, Enseñanza de las Ciencias **34**, 113-142 (2016).
- [22] Tenório, A., Souza, L., Vallory, W. y Tenório, T., *Análise de conteúdos de física nuclear em livros escolares brasileiros*, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias **14**, 175-199, (2015).
- [23] Krapas, S. y Corrêa, M., *O conceito de campo: polissemia nos manuais, significados na física do passado e da atualidade*, Ciência & Educação **14**, 15-33 (2008).
- [24] Pocoví, M. y Collivadino, C., *Traducción entre lenguajes simbólicos de distintas áreas del conocimiento: el caso del flujo del campo eléctrico*, Enseñanza de las Ciencias **32**, 53-69 (2014).
- [25] Giacosa, N., Zang, C., Giorgi, S., Maidana, J y Such, A., *Circuitos resistivos-inductivos en corriente continua: análisis de su tratamiento en libros de texto del ciclo básico universitario y de un applet para complementar su enseñanza*, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **30**, 253-286 (2013).
- [26] Giacosa, N., Giorgi, S. y Maidana, J., *Circuitos de corriente continua RC en serie: Un análisis de textos universitarios y de otros recursos con incorporación de TIC*, Lat. Am. J. Phys. Educ. **6**, 449-465 (2012).
- [27] Pocoví, M. y Hoyos, H., *Corriente de desplazamiento: su presentación en textos y su comprensión por parte de los estudiantes*, Enseñanza de las Ciencias **29**, 275- 287 (2011).
- [28] Hoyos, E. y Pocoví, M., *Inducción Electromagnética en libros de texto universitarios básicos: análisis de la presentación en el sistema lingüístico*, Revista de Enseñanza de la Física **26**, 157-165 (2014).
- [29] Catalán, L., Caballero, C. y Moreira, M., *Los libros de texto usados por los alumnos para el aprendizaje del campo conceptual de la inducción electromagnética*, Lat. Am. J. Phys. Educ. **3**, 656-664 (2009).

- [30] Hoyos, E. y Pocoví, C., *Ontología del concepto de inducción electromagnética en libros de texto universitarios*, Revista de Enseñanza de la Física **29**, 111-118 (2018).
- [31] Giacosa, N., Galeano, R., Wagner, P., Boari, M., Such, A. y Zang, C., *Análisis del tratamiento de "oscilaciones electromagnéticas libres" en libros de texto universitarios*, Revista de Enseñanza de la Física **29**, 87-98 (2017).
- [32] Giacosa, N., Zang, C., Galeano, R. y Such, A., *Oscilaciones electromagnéticas forzadas: análisis del sistema simbólico y lingüístico empleado en libros de texto universitarios*, Revista de Enseñanza de la Física **26**, 131-144 (2014).
- [33] Krapas, S., *Livros didáticos: Maxwell e a transposição didática da luz como onda eletromagnética*, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **28**, 564-600 (2011).
- [34] Krapas, S., *El Tratado sobre la Luz de Huygens y su transposición didáctica en la enseñanza introductoria de Óptica*, Revista de Enseñanza de la Física **21**, 49-60 (2008).
- [35] Araújo, S. y da Silva, F., *A teoria ondulatória de Huygens em livros didáticos para cursos superiores*, Ciência & Educação **15**, 323-341 (2009).
- [36] Romagnoli, C. y Massa, M., *Análisis de contenidos de libros de textos de Ciencias Naturales para el Primer Ciclo de Educación Primaria: Un estudio centrado en los fenómenos luminosos*, Lat. Am. J. Phys. Educ. **10**, 4309-1 (2016).
- [37] Bravo, S. y Pesa, M., *El tratamiento didáctico de los fenómenos de interferencia y difracción en textos de nivel universitario*, Revista de Enseñanza de la Física **29**, 215-226 (2017).
- [38] Giacosa, N., Zang, C., Galeano, R., Maidana, J. y Such, A., *Análisis del tratamiento dado a los rayos paraxiales en libros de texto universitarios*, Revista de Enseñanza de la Física **30**, 91-100 (2018).
- [39] Forjan, M. y Slisko, J., *Simplifications and idealizations in high school physics in thermodynamics, electricity and waves: A study of Slovenian textbooks*, Lat. Am. J. Phys. Educ. **8**, 241-247 (2014).
- [40] Marino, L., Giorgi, S., Cámara, C. y Carreri, R., *Hipótesis simplificadoras que pueden obstaculizar la comprensión de la mecánica en el ciclo inicial universitario: el tratamiento de cuerdas inextensibles y de masas despreciables en libros de texto*, Revista de Enseñanza de la Física **28**, 127-136, (2016).
- [41] Giorgi, S., Cámara, C., Marino, L. y Carreri, R., *La complejidad de las simplificaciones en la enseñanza de la Mecánica en el ciclo inicial universitario: el caso del tratamiento de las poleas en libros de texto*, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **34**, 414-434 (2017).
- [42] Giorgi, S., Cámara, C., Marino, L., Carreri, R. y Bonazzola, M., *Análisis de contenidos de Mecánica en libros de texto utilizados en la enseñanza de la Física en el ciclo inicial de carreras universitarias*, Revista de Enseñanza de la Física **26**, 145-156 (2014).
- [43] Barbe, J., Espinoza, L. y Gellert, U., *El empobrecimiento matemático de las propuestas de enseñanza de Física en los textos oficiales de secundaria*, Enseñanza de las Ciencias **35**, 71-88 (2017).
- [44] Sena, A., Caballero, C. y Moreira, M. A., *As equações matemáticas no ensino de Física: Uma análise de conteúdos em livros didáticos de Física*, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias **14**, 312-325 (2015).
- [45] Bermúdez, G., De Longhi, A. y Gavidia, V., *El tratamiento de los bienes y servicios que aporta la biodiversidad en manuales de la educación secundaria española: un estudio epistemológico*, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias **13**, 527-543 (2016).
- [46] Bermúdez, G., De Longhi, A. y Gavidia, V., *La enseñanza monumentalista y utilitarista de las causas de la biodiversidad y de las estrategias para su conservación: un estudio sobre la transposición didáctica de los manuales de la Educación Secundaria española*, Ciência & Educação **21**, 673-691 (2015).
- [47] Bermúdez, G. y De Longhi, A., *La transposición del concepto de diversidad biológica. Un estudio sobre los libros de texto de la educación secundaria española*, Enseñanza de las Ciencias **32**, 285-302 (2014).
- [48] Bermúdez, G., *¿Cómo tratan los libros de texto españoles la pérdida de la biodiversidad? Un estudio cualitativo sobre el nivel de complejidad y el efecto de la editorial y año de publicación*, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias **15**, 1102-1 (2018).
- [49] Cardoso, C. y de Oliveira, A., *Como os livros didáticos de biologia abordam as diferentes formas de estimar a biodiversidade?*, Ciência & Educação **19**, 169-180 (2013).
- [50] Ocelli, M., Valeiras, N. y Bernardello, G., *La biotecnología en libros de texto de escuela secundaria: un análisis de los libros utilizados en Córdoba (Argentina)*, Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias **10**, 34-44 (2015).
- [51] Dourado, L. y Matos, L., *A problemática dos organismos geneticamente modificados e a formação científica do cidadão comum: um estudo com manuais escolares de Ciências Naturais do 9º ano adotados em Portugal*, Ciência & Educação **20**, 833-852 (2014).
- [52] Prochazka, L. y Franzolin, F., *A genética humana nos livros didáticos brasileiros e o determinismo genético*, Ciência & Educação **24**, 111-124 (2018).
- [53] Vasconcelos, A. y Rocha, J. T. D., *As teorias de Lamarck e Darwin nos livros didáticos de Biologia no Brasil*, Ciência & Educação **16**, 649-665 (2010).
- [54] Paesi, R., *Evolução humana nos livros didáticos de Biologia: o antropocentrismo em questão*, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias **17**, 143-166 (2018).
- [55] Pérez, M., Marbà, A. e Izquierdo, M., *¿Cómo se conceptualiza la energía en las unidades didácticas de biología?*, Enseñanza de las Ciencias **34**, 73-90 (2016).
- [56] Rodríguez, F., de las Heras, M., Romero R. y Cañal, P., *El conocimiento escolar sobre los animales y las plantas en primaria: Un análisis del contenido específico en los libros de texto*, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias **13**, 97-114 (2014).

- [57] Urones, C., Escobar, B. y Vacas, J., *Las plantas en los libros de Conocimiento del Medio de 2º ciclo de primaria*, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias **10**, 328-352 (2013).
- [58] Mazas, B. y Fernández, R., *El concepto de bienestar animal en el currículo de Secundaria y en los libros de texto de ciencias*, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias **13**, 301-314 (2016).
- [59] Gonçalves, J., Bessa, E. y de Medeiros, A., *Comportamento animal no ensino de Biologia: possibilidades e alternativas a partir da análise de livros didáticos de Ensino Médio*, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias **11**, 365-384 (2012).
- [60] Ferreiro, G. y Ocelli, M., *Análisis del abordaje de la respiración celular en textos escolares para el Ciclo Básico Unificado*, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias **7**, 387-398 (2008).
- [61] Ballesteros, M., Paños, E. y Reyes, J., *Los microorganismos en la educación primaria. Ideas de los alumnos de 8 a 11 años e influencia de los libros de texto*, Enseñanza de las Ciencias **36**, 79-98 (2018).
- [62] Torres, M., Montelongo, M., Navarro, C. y Gavidia, V., *¿Cómo abordan los textos de Educación Primaria la competencia en alimentación y actividad física?*, Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias **15**, 1103-1 (2018).
- [63] Aznar, V. y Puig, B., *¿Cómo se presentan las enfermedades infecciosas en los libros de texto?*, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias **11**, 135-144 (2014).
- [64] Filha, L., de Souza, C. y Ribeiro, G., *The approach to sexuality in PNL D textbooks: a focus on STI/AIDS and condoms*, Ciência & Educação **22**, 773-788 (2016).
- [65] de Cicco, R. y Vargas, E., *As Doenças Sexualmente Transmissíveis em livros didáticos de biologia: aportes para o ensino de ciências*, Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias **7**, 1-12 (2012).
- [66] Franca, V., Margonari, C. y Torres, V., *Análise do conteúdo das leishmanioses em livros didáticos de ciências e biologia indicados pelo Programa Nacional de Livros Didáticos (2008/2009)*, Ciência & Educação **17**, 625-644 (2011).
- [67] Soares, S., Nacif, D. y Torres, V., *A dengue nos livros didáticos de ciências e biologia indicados pelo Programa Nacional do Livro Didático*, Ciência & Educação **19**, 633-656 (2013).
- [68] Cava, R. y da Silva, A., *Química no ensino de ciências para as séries iniciais: uma análise de livros didáticos*, Ciência & Educação **20**, 243-258 (2014).
- [69] Martínez, C., García, S. y Rivadulla, J., *Qué saben los/as alumnos/as de Primaria y Secundaria sobre los sistemas materiales. Cómo lo tratan los textos escolares*, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias **8**, 137-155 (2009).
- [70] Cabrera, H., *Análisis descriptivo sobre el concepto combustión en libros de texto universitarios*, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias **9**, 311-328 (2012).
- [71] Cássio, F., de Sales, D., Corio, P. y Fernandez, C., *O protagonismo subestimado dos íons nas transformações químicas em solução por livros didáticos e estudantes de química*, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias **11**, 595-619 (2012).
- [72] Herreño, J., Gallego, R. y Pérez, R., *Transposición didáctica del modelo científico de Lewis-Langmuir*, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias **7**, 527-543 (2010).
- [73] Moreno, M., *Escala de confiabilidad de libros de texto y páginas web desde la transposición didáctica de modelos moleculares de Kossel, Lewis y Pauling*, Ciência & Educação **22**, 81-98 (2016).
- [74] Quílez, J. y Quílez, J., *Definición y cálculo de las constantes de equilibrio en los libros de texto de Química general preuniversitarios y universitarios*, Enseñanza de las Ciencias **32**, 187-203 (2014).
- [75] Galagovsky, L., Di Giacomo, M. y Alí, S., *Estequiometría y ley de conservación de la masa: lo que puede ocultar la simplificación del discurso experto*, Ciência & Educação **21**, 351-360 (2015).
- [76] Maia, M. y de Souza, A., *O tratamento probabilístico da teoria cinética de colisões em livros de Química brasileiros para o ensino médio*, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias **9**, 125-144 (2010).
- [77] González, F. y Sánchez, P., *Contenidos de estructura atómica y molecular en libros de texto españoles de Química general (1928-1978)*, Enseñanza de las Ciencias **32**, 671-689 (2014).
- [78] Malaver, M., Pujol, R. y Martínez, A., *La calidad científica del contenido sobre el tema de la estructura de la materia en textos universitarios de química general*, Enseñanza de las Ciencias **25**, 229-240 (2007).
- [79] Raviolo, A., Garritz, A. y Sosa, P., *Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica*, Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias **8**, 240-254 (2011).
- [80] da Rosa, C., Cótica, R. y Henrique, L., *Analogías no estudo de eletricidade nos livros didáticos de física*, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias **15**, 363-379 (2016).
- [81] Silva, C. y Martins, M., *Analogías e metáforas nos livros didáticos de física*, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **27**, 255-289 (2010).
- [82] Cloute, J., Gil, M. y Rodríguez, M., *El imaginario social de la energía atómica en los manuales escolares españoles de Física y Química: análisis de un lenguaje específico*, Enseñanza de las Ciencias, **34**, 151-166 (2016).
- [83] Amorim, M., Rodrigues, M. A. y Bellini, L. M., *Análise crítica das analogias do livro didático público de Química do estado do Paraná*, Ciência & Educação **19**, 135-150 (2013).
- [84] Pérez, U., Álvarez, M. y Serrallé, J., *Los errores de los libros de texto de primer curso de ESO sobre la evolución histórica del conocimiento del universo*, Enseñanza de las Ciencias **27**, 109-120 (2009).
- [85] Quílez, J., *Análisis de los errores que presentan los libros de texto universitarios de química general al tratar*

- la energía libre de Gibbs, *Enseñanza de las Ciencias* **27**, 317-330 (2009).
- [86] de Lima Toledo, E. y Ferreira, L., *Transposição didática como reforço de obstáculos epistemológicos em livro texto e em experimentos didáticos*, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* **14**, 223-245 (2015).
- [87] Wesolowski, L., *Possibilidades de deformação conceitual nos livros didáticos de Química brasileiros: o conceito de substância*, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* **8**, 1004-1018 (2009).
- [88] Giacosa, N., López, J., Maidana, J., Godoy, N., Wagner Boián, P., Boari, M. y Giorgi, S., *Identificación de las imprecisiones de los problemas resueltos en libros de texto universitarios: circuitos de corriente alterna*, *Revista de Enseñanza de la Física* **28**, 49-57 (2016).
- [89] Fernandes, I., Pires, D. y Delgado, J., *Las relaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente, en los libros de texto de Educación Primaria: Un estudio comparativo entre Portugal y España, antes de las últimas reformas educativas*, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* **14**, 54-68 (2017).
- [90] Fernandes, I., Pires, D. y Delgado, J., *Perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente (CTSA) nos manuais escolares portugueses de Ciências Naturais do 6º ano de escolaridade*, *Ciência & Educação* **24**, 875-890 (2018).
- [91] Fernández, M. y Torres, A., *Los dispositivos tecnológicos cotidianos en libros de texto. Presencia y análisis de las exposiciones*, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* **11**, 290-302 (2014).
- [92] Olivera, E., Guerra, C., Costa, N. y Del Pino, J., *Abordagem CTS em manuais escolares de Química do 10º ano em Portugal: um estudo de avaliação*, *Ciência & Educação* **24**, 891-910 (2018).
- [93] Martín, A., Barrero, C., Sánchez, L. y Cornejo, J., *La visión del conocimiento científico y del conocimiento tecnológico en los libros de Química General utilizados en carreras de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires*, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* **10**, 550-566 (2011).
- [94] García, A., *Relaciones CTS en la educación científica básica. Un análisis desde los textos escolares en la Enseñanza de Electrónica*, *Enseñanza de las Ciencias* **26**, 389-402 (2008).
- [95] De Pro, C. y de Pro, A., *¿Qué estamos enseñando con los libros de texto? La electricidad y la electrónica de tecnología en 3º ESO*, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* **8**, 149-170 (2011).
- [96] García, A. y Criado, A., *Enfoque CTS en la enseñanza de la Energía Nuclear: análisis de su tratamiento*, *Enseñanza de las Ciencias* **26**, 107-124 (2008).
- [97] Martín, C., Prieto, T. y Jiménez, A., *El problema de la producción y el consumo de energía: ¿cómo es tratado en los libros de texto de educación secundaria?*, *Enseñanza de las Ciencias* **31**, 153-171 (2013).
- [98] Matus, L., Benarroch, A. y Perales, F., *Las imágenes sobre enlace químico usadas en los libros de texto de*
- educación secundaria*, *Enseñanza de las Ciencias* **26**, 153-176 (2008).
- [99] Matus, L., Benarroch, A. y Nappa, N., *La modelización del enlace químico en libros de texto de distintos niveles educativos*, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* **10**, 178-201 (2011).
- [100] Bizarria, G., Bossolani, K. y Ferreira, L., *Categorização das imagens referentes ao tema equilíbrio químico nos livros aprovados pelo PNLEM*, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* **8**, 711-721 (2009).
- [101] López, A. y Postigo, Y., *Análisis de las imágenes del cuerpo humano en libros de texto españoles de primaria*, *Enseñanza de las Ciencias* **32**, 551-570 (2014).
- [102] Ruppenthal, R. y Chitolina, M., *O sistema respiratório nos livros didáticos de ciências das séries iniciais: uma análise do conteúdo, das imagens e atividades*, *Ciência & Educação* **19**, 617-632 (2013).
- [103] Maldonado, F., González, F. y Jiménez, M., *Las ilustraciones de los ciclos biogeoquímicos del carbono y nitrógeno en los textos de secundaria*, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* **4**, 442-460 (2007).
- [104] Silva, M. y Monteiro, M., *Abordagens imagético-verbais relacionadas à balança elétrica de Coulomb em livros didáticos de Física*, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **32**, 320-350 (2015).
- [105] Diaz, L., Pandiella, S., *Categorización de las ilustraciones presentes en libros de texto de Tecnología*, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* **6**, 424-441 (2007).
- [106] Galperin, D., Raviolo, A., *Análisis de imágenes relacionadas con día/noche, estaciones y fases lunares en textos de enseñanza primaria*, *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias* **12**, 1-11 (2017).
- [107] Galperin, D., Raviolo, A., Prieto, L. y Señorans, L., *Análisis de imágenes presentes en textos de enseñanza primaria: día y noche y movimiento diario del Sol*, *Revista de Enseñanza de la Física* **26**, 121-129 (2014).
- [108] Rozentalski, E., Porto, P., *Diagramas de energia de orbitais em livros didáticos de Química Geral: uma análise sob o viés da semiótica Peirceana*, *Ciência & Educação* **24**, 449-466 (2018).
- [109] Giacosa, N., Vergara, M., Zang, C., Galeano, R. y Such, A., *Descripción de los problemas resueltos de corriente alterna en libros de texto universitarios*, *Revista de Enseñanza de la Física* **28**, 59-68 (2016).
- [110] Giacosa, N., Zang, C., Giorgi, S., Maidana, J. y Such, A., *Los problemas resueltos en libros de texto del ciclo básico universitario relativos a circuitos RL en corriente continua*, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **32**, 640-662 (2015).
- [111] Forjan, M., Slisko, J., Marhl, M. y Grubelnik, V., *Do solved problems in Slovenian secondary school physics textbooks emphasize modeling process?*, *Lat. Am. J. Phys. Educ.* **8**, 383-389 (2014).
- [112] López, D. y Guerra, M., *Análisis de las actividades de aprendizaje incluidas en libros de texto de ciencias*

- naturales para educación primaria utilizados en México, *Enseñanza de las Ciencias* **31**, 173-191 (2013).
- [113] Reis, W. y Martins, M., *Estudo comparativo sobre as atividades experimentais em coleções de Física coincidentes recomendados nas edições 2012 e 2015 do PNL D*, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **33**, 462-476 (2016).
- [114] Torres, J., Almeida, A. y Vasconcelos, C., *Questionamento em manuais escolares: um estudo no âmbito das Ciências Naturais*, *Ciência & Educação* **21**, 655-671 (2015).
- [115] Vidal, P. y Porto, P., *A história da ciência nos livros didáticos de química do PNLEM 2007*, *Ciência & Educação* **18**, 291-308 (2012).
- [116] Farina, J., Milicic, B., Jardón, A. y Fernández, P., *Estructuras retóricas en libros de texto de física: argumentaciones sobre la entropía*, *Revista de Enseñanza de la Física* **28**, 109-117 (2016).
- [117] Farías, D., Molina, M. y Castelló, J., *Análisis del enfoque de historia y filosofía de la ciencia en libros de texto de química: el caso de la estructura atómica*, *Enseñanza de las Ciencias* **31**, 115-133 (2013).
- [118] Cuéllar, L., Badillo, R. y Miranda, R., *El modelo atómico de E. Rutherford del saber científico al conocimiento escolar*, *Enseñanza de las Ciencias* **26**, 43-52 (2008).
- [119] Domenech, J., Savall, F. y Martínez, J., *¿Los libros de texto de Bachillerato introducen adecuadamente los modelos atómicos de Thomson y Rutherford?*, *Enseñanza de las Ciencias* **31**, 29-43 (2013).
- [120] Manizado, R. y Dasilva, G., *Estudiando cómo los modelos atómicos son introducidos en los libros de texto de Secundaria*, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* **9**, 329-337 (2012).
- [121] Moreno, J., Gallego, R. y Pérez, R., *El modelo semicuántico de Bohr en los libros de texto*, *Ciência & Educação* **16**, 611-629 (2010).
- [122] Rodrigues, M., Meneghello, M. y Vilas, A., *A história da dupla hélice do DNA nos livros didáticos: suas potencialidades e uma proposta de diálogo*, *Ciência & Educação* **19**, 599-616 (2013).
- [123] de Mattos, C., Eichler, M., Miskinis, T. y Del Pino, J., *A abordagem histórica acerca da produção e da recepção da Tabela Periódica em livros didáticos brasileiros para o ensino médio*, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* **11**, 521-545 (2012).
- [124] Garzón, I. y Slisko, J., *Uso de la historia en la enseñanza de la física en los libros de texto de Ciencias para segundo de secundaria*, *Lat. Am. J. Phys. Educ.* **4**, 987-993 (2010).
- [125] Silva, C. y Pimentel, A., *Uma análise da história da eletricidade presente em livros didáticos: o caso de Benjamin Franklin*, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **25**, 141-159 (2008).
- [126] Pereira, A. y Amador, F., *A História da Ciência em manuais escolares de Ciências da Natureza*, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* **6**, 191-216 (2007).
- [127] Monteiro, M. y Nardi, R., *As contribuições de Galileu à astronomia nas abordagens de livros didáticos de física: uma análise na perspectiva da natureza da ciência*, *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias* **10**, 58-73 (2015).
- [128] Maturano, C. y Mazzitelli, C., *Libros de texto de ciencias naturales, de ayer, de hoy y, ¿de siempre*, *Revista de Enseñanza de la Física* **30**, 49-62 (2018).
- [129] Lima, N., Ostermann, F. y Cavalcanti, C., *Física Quântica no ensino médio: uma análise bakhtiniana de enunciados em livros didáticos de Física aprovados no PNLDEM 2015*, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **34**, 435-459 (2017).
- [130] Luna, M. y Carreri, R., *Supuestos epistemológicos en libros de texto de Física para nivel medio: Aspectos de su discurso pedagógico regulador*, *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias* **6**, 38-52 (2011).
- [131] de Pro, A., Sánchez, G. y Valcárcel, M., *Análisis de los libros de texto de física y química en el contexto de la Reforma LOGSE*, *Enseñanza de las Ciencias* **26**, 193-210 (2008).
- [132] Uribe, M. y Ortiz, I., *Programas de estudio y textos escolares para la enseñanza secundaria en Chile: ¿qué oportunidades de alfabetización científica ofrecen?* *Enseñanza de las Ciencias* **32**, 37-52 (2014).
- [133] de Souza, P. y Rocha, M., *Análise da linguagem de textos de divulgação científica em livros didáticos: contribuições para o ensino de biologia*, *Ciência & Educação* **23**, 321-340. (2017).
- [134] De Souza, P. y Rocha, M., *O caráter híbrido dos textos de divulgação científica inseridos em livros didáticos*, *Ciência & Educação* **24**, 1043-1063 (2018).
- [135] Pinhão, F. y Martins, I., *O discurso sobre saúde e ambiente no livro didático de ciências brasileiro*, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* **11**, 342-364 (2012).
- [136] Cornejo, J., Speltini, C., Roble, M. y Santilli, H., *¿Qué conocimientos se enseñan y se aprenden en la escuela media argentina acerca de los efectos biológicos de las radiaciones?*, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* **7**, 492-508 (2010).
- [137] Montañés, S. y Jaén, M., *¿Qué características presentan los contenidos relacionados con las problemáticas ambientales propuestos en los libros de texto de 3° de la ESO?*, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* **12**, 130-148 (2015).
- [138] Bonotto, D. y Semprebone, A., *Educação ambiental e educação em valores em livros didáticos de ciências naturais*, *Ciência & Educação* **16**, 131-148 (2010).
- [139] Marzábal, A. e Izquierdo, M., *Análisis de las estructuras textuales de los textos escolares de Química en relación a su función docente*, *Enseñanza de las Ciencias* **35**, 111-132 (2017).