

Los problemas resueltos en libros de texto del ciclo básico universitario relativos a circuitos RL en corriente continua⁺*

*Norah Giacosa*¹

*Claudia Zang*²

Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales

Universidad Nacional de Misiones

Posadas, Misiones – Argentina

*Silvia Giorgi*³

Facultad de Ingeniería Química

Universidad Nacional del Litoral

Santa Fe – Argentina

*Jorge Maidana*⁴

*Alejandro Such*⁵

Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales

Universidad Nacional de Misiones

Posadas, Misiones – Argentina

Resumen

En este trabajo se describen y caracterizan los problemas resueltos, relativos al tema circuitos RL en corriente continua, presentes en doce libros de texto universitarios de uso habitual en la República Argentina. Los mismos se examinaron mediante el análisis de contenido. Los resultados obtenidos indican que en la muestra analizada, en términos generales, es deficiente la explicitación, tanto de los sistemas físicos en estudio, las hipótesis formuladas y los límites de validez de las mismas, como de las explicaciones verbalizadas. Por otro lado, la resolución

⁺ Solved Problems concerning RL and DC circuits in college textbooks

^{*} *Recebido: março de 2015.*

Aceito: setembro de 2015.

¹ E-mail: norah@correo.unam.edu.ar

² E-mail: claudiamzang@gmail.com

³ E-mail: sgiorgi@fiq.unl.edu.ar

⁴ E-mail: jamaigms@gmail.com

⁵ E-mail: fi.alesuch@gmail.com

mostrada de los problemas guarda escasa coherencia con el trabajo de investigación dirigida, lo cual no promovería el quehacer científico en los estudiantes. En función de estos resultados y como implicancia para la enseñanza, se deriva que es una tarea ineludible, para los docentes de Física del ciclo básico universitario, reforzar en el aula las cuestiones conceptuales que no se encuentran lo suficientemente enfatizadas en los mismos.

Palabras clave: *Libros de texto; Universidad; Circuitos resistivo-inductivos; Problemas resueltos.*

Abstract

In this paper, we describe and characterize the solved problems concerning LR circuits in direct current that are present in twelve college textbooks commonly used in Argentine Republic. These books were examined through content analysis. The results indicate that in the analyzed sample, in general terms, the explicitness is deficient for the physic systems studied, the proposed hypotheses, their limits of validity and for the verbalized explanations. On the other hand, the displayed resolution of the problems has little coherence with the research work conducted, and this would not promote the scientific work in students. Based on these outcomes and implications for teaching, we noticed that reinforcing the conceptual issues in the classroom that are not enough emphasized in the textbooks is an avoidable task for Physics professors of the basic college cycle.

Keywords: *Textbooks; University; Resistive-inductive circuits; Solved problems.*

I. Introducción

Los fenómenos que acontecen en circuitos eléctricos en corriente continua se estudian en el ciclo básico de la mayoría de las carreras científico-tecnológicas que se dictan en las universidades argentinas y latinoamericanas. Entre los mismos, se incluye al régimen transitorio en circuitos resistivos-inductivos en serie por los que circula corriente continua. Estos circuitos suelen denominarse abreviadamente en el lenguaje técnico-especializado y en los libros de texto (LT) como “Circuitos RL”.

La experiencia docente de los autores muestra que para un número considerable de estudiantes el estudio de dichos circuitos no suele ser una tarea sencilla. En general, los

estudiantes tienen dificultades para explicar los fenómenos transitorios en este tipo de circuitos; y para vincular, por un lado, las diferentes magnitudes físicas intervinientes en la explicación del comportamiento del circuito, y por otro, las formas en que pueden representarse las funciones matemáticas que las describen.

Los LT que recomiendan los docentes y que utilizan habitualmente los estudiantes, tienen un papel preponderante en el proceso de aprendizaje de Física. Se sostiene, como lo hacen otros investigadores (POCOVÍ; HOYOS, 2011, CATALÁN; CABALLERO SAHELICES; MOREIRA, 2009; GALAGOVSKY; ADÚRIZ-BRAVO, 2001) que en algunas ocasiones las presentaciones que los autores de los LT realizan no son lo suficientemente claras para los estudiantes que recién se inician en el estudio de los fenómenos físicos. Bajo esta premisa, se realizó un estudio previo a éste con el propósito de indagar la perspectiva con la que se aborda el tema circuitos RL en una muestra intencional de LT.

Los resultados, del análisis de doce LT universitarios, mostraron que el tratamiento que se hace del tema en la mayoría de los mismos no propiciaría en los estudiantes la construcción de conocimientos. Por un lado, se realiza una presentación dominada por el instrumentalismo matemático; por otro, se presentan ecuaciones temporales que no se grafican y gráficos cuyas funciones no se explicitan, lo cual dificultaría la comprensión lectora y consecuentemente el aprendizaje. En la mayoría de los mismos se modelan implícitamente las componentes del circuito y no se explicita el sistema físico en estudio. Las imágenes, analogías, referencias históricas y aplicaciones a la vida cotidiana, recursos a los que se les atribuye un alto valor didáctico, son escasas (GIACOSA *et al.*, 2013).

Por otro lado, la resolución de problemas es uno de los recursos didácticos más utilizados en la educación en Física por cuanto supone que representa un medio por excelencia para la adquisición de determinadas habilidades consustanciales con el quehacer científico. Pese a esto, y a la frecuencia con que se utilizan los problemas de lápiz y papel, tanto como objeto de aprendizaje o como instrumento de evaluación, para un número importante de estudiantes universitarios resulta ser una tarea que no es sencilla. Paralelamente, la abundante producción científica derivada de esta línea de investigación educativa no se corresponde proporcionalmente con los niveles de aprobación/promoción que obtienen actualmente los estudiantes. Esta problemática, en sí misma, debiera ser motivo para reconocer la necesidad de ahondar el tema. De la búsqueda bibliográfica realizada, no se encontraron estudios relacionados con la resolución de problemas inherentes a circuitos RL presentes en los LT universitarios.

Por lo mencionado precedentemente, se procura en esta presentación caracterizar los problemas resueltos que se muestran en los LT universitarios de uso habitual en la República Argentina cuando aborda el tema circuitos RL.

Se espera que los resultados que se derivan de la presente investigación generen reflexiones críticas en torno a la tarea de análisis, selección y recomendación de LT para la enseñanza de Física. Asimismo, se anhela aportar herramientas metodológicas para futuras

investigaciones dedicadas a profundizar el tema y que puedan, a mediano y/o largo plazo mejorar el rendimiento académico de los estudiantes universitarios.

En la próxima sección se explicita el marco teórico y algunos antecedentes que sustentan esta investigación. Luego, se exponen la metodología empleada, se discuten los resultados obtenidos y se finaliza con las conclusiones que de los mismos se infieren.

II. Marco teórico

La palabra “problema” se utiliza frecuentemente en la vida cotidiana para referirse a variadas situaciones. Así, es común su uso en ámbitos sociales, económicos, políticos, etc. para referirse a una dificultad, o a un conjunto de hechos o circunstancias que dificultan la consecución de algún fin (REA, 2001).

En la literatura especializada existen diferentes maneras de definir qué se entiende por problema. Así, algunas de las mismas indican:

... una situación, cuantitativa o no, que pide una solución para la cual los individuos implicados no conocen medios o caminos evidentes para obtenerla (KRULIK; RUDNIK, 1980 en MARTÍNEZ TORREGROSA; SIFREDO, 2005; p. 106).

...es una situación a resolver para la cual no se dispone, a priori, de un plan de resolución (HAYES, 1980 en MARTÍNEZ; DE Longhi, 2013, p. 160).

... un problema lo es en la medida en que el sujeto al que se le plantea (o que se plantea él mismo) dispone de los elementos para comprender la situación que el problema describe y no dispone de un sistema de respuestas totalmente constituido que le permita responder de manera inmediata (PARRA, 1990 en CORONEL; CUROTTO, 2008, p. 464).

... una situación incierta que provoca en quien la padece una conducta (resolución del problema) tendente a hallar la solución (resultado) y reducir de esta forma la tensión inherente a dicha incertidumbre (PERALES PALACIOS, 1998, p. 120).

... es determinada situación en la cual existen nexos, relaciones, cualidades, de y entre los objetos que no son accesibles directa e inmediatamente a la persona (LABARRERE, 1996 en MAZARÍO TRIANA, 2009. p. 1).

Estas definiciones, aunque diferentes conceptualmente, tienen elementos comunes o al menos no contradictorios. En general, todas concuerdan en señalar que un problema es una situación asociada a la incertidumbre que se genera en el individuo, que no conoce de antemano la solución (o las soluciones) adecuada (adecuadas).

Los problemas pueden clasificarse, según Francisco Perales Palacios (1994), teniendo en cuenta los siguientes criterios: *campo de conocimiento implicado, solución, tarea requerida y procedimiento seguido.*

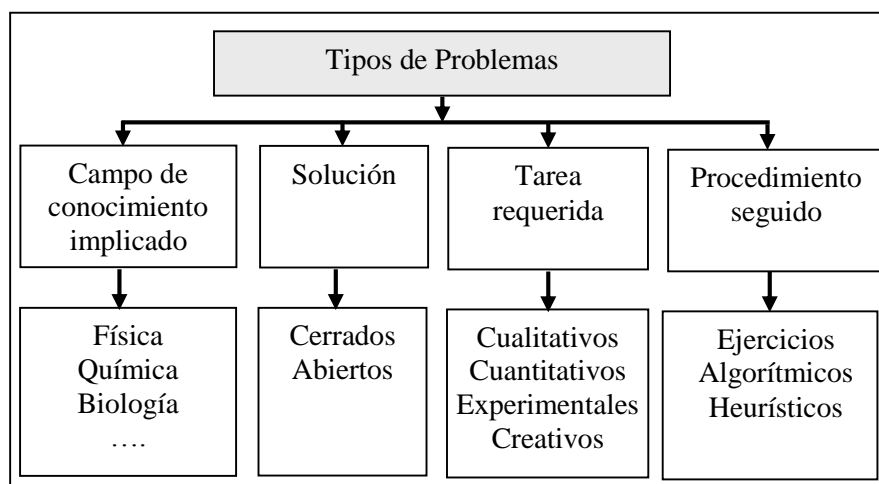


Fig. 1 – Clasificación de los problemas propuesta por Francisco Perales Palacios (1994).

El primer criterio, *campo de conocimientos*, posibilita relacionar el problema con una disciplina o área del conocimiento científico; por ejemplo Física, Química, Matemática, Ciencias Naturales, etc.

El segundo, *la solución*, permite clasificar los problemas en *cerrados* y *abiertos*. Los problemas cerrados son aquellos que tienen sólo una respuesta, o más de una, pero igualmente correctas; es decir aquellos en los que es posible hallar la solución. Los problemas abiertos son situaciones que carecen de una solución definida y admiten una variedad de resultados provechosos, ninguno de los cuales es correcto o equivocado en términos absolutos, sino simplemente es el más adecuado para un conjunto de circunstancias dadas (GARRETT, 1998). Su resolución implica poner en juego una amplia franja de estrategias y procesos; y atravesar, si fuera necesario, los límites disciplinarios (ESCUADERO; MOREIRA, 1999).

Por otro lado, la tarea requerida, facilita clasificar los problemas en *cualitativos*, *cuantitativos*, *experimentales* y *creativos*.

Los problemas cuantitativos demandan determinaciones numéricas, para las cuales se emplean ecuaciones y algoritmos de resolución. En cambio, los problemas cualitativos son aquellos en los cuales los datos numéricos son mínimos o no existen. Su resolución, generalmente, requiere de razonamientos lógicos deductivos que llevan a una explicación científica de la cuestión. En este tipo de problemas no se suele explicitar en forma directa la consigna de calcular el valor de alguna magnitud determinada, aunque, a veces, sea necesario recurrir a cálculos para interpretar conceptualmente el fenómeno físico en estudio y la solución hallada (LUCERO; CONCARI; POZZO, 2006).

Los problemas experimentales, tal como su palabra lo indica, requieren para su resolución realizar actividades específicas de experimentación con procedimientos que son válidos dentro de una disciplina. Las Ciencias Naturales generalmente implican acciones y manipulación de material científico de laboratorio o sustitutos de bajo costo. Los problemas

creativos, serían aquellas situaciones enigmáticas que no son solucionables ni resolubles, sino simplemente comprensibles. A este tipo de problemas, Garrett (*op.cit.*) los denomina “verdaderos problemas” para diferenciarlos de los denominados “rompecabezas o *puzzles*”, ya que exigen al individuo que los resuelve salir de los paradigmas existentes, replicarlos, reinterpretarlos; y si las circunstancias lo requirieran, producir un paradigma completamente nuevo.

Finalmente, los procedimientos utilizados en la resolución de problemas permitiría distinguir *ejercicios*, *algorítmicos* y *heurísticos*. Los ejercicios son problemas de aplicación directa, se utilizan, entre otras cuestiones, para la comprobación de leyes, cálculos matemáticos, unidades, etc. (PERALES PALACIOS, *op. cit.*). Los algorítmicos son aquellos problemas en los que se proporciona un conjunto prescrito de instrucciones o reglas bien definidas para realizar una operación mediante pasos sucesivos (RAMIREZ CASTRO; GIL PÉREZ; MARTINEZ TORREGROSA, 1994), cuya correcta ejecución lleva a una solución segura del problema (MONERO *et al.*, 1995 en FIGUEROA, 2006). En este tipo de problemas, por lo general, se van encadenando incógnitas linealmente. Los heurísticos, aluden a problemas que enfrentan los individuos en su vida cotidiana y para cuya solución se necesita recurrir a estrategias de resolución basadas en técnicas de indagación y descubrimiento sustentadas, principalmente, en experiencias previas con problemas similares. El método heurístico, según Figueroa (*op. cit.*), exige acciones cognitivas de nivel superior donde hay que utilizar la creatividad, la inventiva, el razonamiento lógico, la comparación, la inferencia, la discriminación de los diferentes caminos que guían la solución del problema, entre otras habilidades intelectuales.

Es necesario hacer notar que referirse a los *procedimientos* implicados en la resolución de problemas significa directa o indirectamente relacionar el enunciado del problema con múltiples factores, el contexto, las circunstancias en las que serán resueltos, las características de los individuos a los que se les solicita su resolución, etc. Uno de dichos factores, el “grado de dificultad” del problema, resulta ser un tema controversial.

Por un lado, existen referentes teóricos que sostienen que el mínimo grado de dificultad de las actividades planteadas, al cual denominan “umbral de problematicidad” (ELSHOUT, 1985 en GARCÍA GARCÍA, 1998), no sería una característica intrínseca de la situación dada, sino que dependería de conocimientos, experiencias, intereses y capacidades de los individuos para resolverla. En cambio, otros autores (BUTELER *et al.*, 2001) manifiestan que el grado de dificultad de los problemas es idiosincrásico, pero lo asocian a la cantidad de trabajo necesario para realizar la tarea y no a la posibilidad o imposibilidad de realizarlo. Asimismo, en los LT de nivel universitario es común encontrar en las secciones finales de los capítulos clasificaciones de los problemas propuestos “según el grado de dificultad”. Al respecto, el análisis de aproximadamente quinientos enunciados de problemas de distintos niveles educativos presentes en diversos materiales – LT de Educación Secundaria, exámenes de ingreso a la Universidad y guías que se proponen en la educación universitaria – muestra

que el grado de dificultad en la transición secundaria-universidad española aumentaría de un nivel a otro (BRINCONES *et al.*, 2012).

Por otro lado, Pozo Muncio y Gómez Crespo (2000) destacan que el aprendizaje de los procedimientos de resolución de problemas cuantitativos está atravesado por una serie de dificultades, tales como: el poco interés que despiertan en los estudiantes, la falta de significado que le atribuyen los alumnos al resultado hallado, la escasa o nula generalización de los procedimientos adquiridos a otros contextos y el pobre control metacognitivo sobre sus propios procesos de solución. En consecuencia, se genera una situación cuyo rasgo más sobresaliente es la incapacidad de los estudiantes para resolver un nuevo problema si se modifica el contexto. Los estudiantes, en general, ante problemas cuantitativos circunscriben el trabajo a encontrar la expresión matemática o el algoritmo que les permita arribar a algún resultado “correcto” y frecuentemente único, sin detenerse a pensar demasiado sobre la validez del mismo.

Por lo dicho en las líneas precedentes, se puede notar que la habilidad de los estudiantes para resolver problemas se enfrenta a un problema complejo en el que, si bien los contenidos científicos propiamente dichos y los procesos metacognitivos juegan papeles muy importantes, no se debe olvidar la injerencia del manejo operatorio, frecuentemente inadecuado, de las herramientas matemáticas por parte de los estudiantes.

Si bien existen diversos procedimientos para la resolución de problemas, en este trabajo se asumirá que la metodología denominada *investigación dirigida*, propuesta por Daniel Gil Pérez y colaboradores (1999), es potencialmente útil en la enseñanza de Física porque propicia el quehacer científico en los estudiantes. El hecho de enfocar el proceso como una actividad creativa posibilitaría transformar la resolución de problemas de un modelo lineal a otro cíclico (OÑORBE, 2003). Para ello, es necesario identificar las preguntas que se pretenden responder, buscar información, seleccionar la relevante, elaborar conjeturas, formalizarlas en hipótesis, diseñar un plan general de estrategias de resolución, ejecutarlo y si fuera necesario reformularlo o refinarlo hasta arribar a una posible solución que necesita ser evaluada, validada y comunicada. Se sostiene que en estas transformaciones reside una de las claves de las Ciencias Experimentales, entre las mismas la Física, para motivar a los estudiantes y modificar sus concepciones epistemológicas sobre la Ciencia y su proceder.

Las categorías de análisis utilizadas en esta investigación fueron elaboradas a partir de las recomendaciones realizadas por Daniel Gil Pérez y colaboradores (*op. cit.*) que se citan a continuación.

Discutir cuál puede ser el interés de la situación problemática abordada. Esta discusión además de favorecer una actitud más positiva permitiendo una aproximación funcional a las relaciones CTS contribuye a proporcionar una concepción preliminar de la tarea evitando que los estudiantes se vean sumergidos en el tratamiento de una situación sin haber podido siquiera formarse una primera idea motivadora.

Realizar un estudio cualitativo de la situación intentando acotar y definir de manera precisa el problema, tomando decisiones sobre las condiciones que se consideran reinantes, etc.

Emitir hipótesis fundadas sobre los factores de los que puede depender la magnitud buscada y sobre la forma de esta dependencia, imaginando en particular casos límite de fácil interpretación física.

Elaborar y explicitar posibles estrategias de resolución (en plural) antes de proceder a ésta, para posibilitar una contrastación rigurosa de las hipótesis y mostrar la coherencia del cuerpo de conocimientos de que se dispone.

Realizar la resolución verbalizando al máximo fundamentando lo que se hace y evitando, una vez más el puro ensayo y error u operativismo carentes de significación física. Conviene en general, comenzar con una resolución literal (que permite mantener el tratamiento próximo a los principios manejados y facilita el análisis de los resultados). Dicha resolución literal puede completarse después solicitando los datos correspondientes al profesor (o, mejor, introduciendo valores plausibles de los mismos).

Analizar cuidadosamente los resultados a la luz del cuerpo de conocimientos y de las hipótesis elaboradas y, en particular, de los casos límites considerados.

Considerar las perspectivas abiertas por la investigación realizada, contemplando por ejemplo, el interés de abordar la situación a un nivel de mayor complejidad, sus implicaciones teóricas (profundización en la comprensión de algún concepto) o prácticas (aplicaciones técnicas). Concebir, muy en particular, nuevas situaciones a investigar, sugeridas por el estudio realizado.

Elaborar una memoria que explique el proceso de resolución y que destaque los aspectos de mayor interés en el tratamiento de la situación considerada. Incluir, en particular, una reflexión global sobre lo que el trabajo puede haber aportado, desde el punto de vista metodológico u otro, para incrementar la competencia de los resolventes (GIL PÉREZ et al., op. cit., p. 316).

III. Antecedentes

La resolución de problemas es una de las líneas de investigación clásica en Didáctica de las Ciencias, cuyo origen se remonta a la década del ochenta. Hacer una revisión histórica exhaustiva de la producción científica, desde sus inicios hasta la actualidad, excede los límites de este trabajo⁶. No obstante, la literatura específica muestra que las investigaciones que se

⁶ En la investigación realizada por Costa (2005) se analizaron 201 artículos de difusión científica relativos a “resolución de problemas en Ciencias y en Matemáticas” publicados en el período 1995-2004.

realizaron en el área de Física abordaron enfoques heterogéneos relacionados con: cómo suscitar el desarrollo de las competencias que posibiliten la construcción de significado y la apropiación de conocimiento por parte de los estudiantes para su aplicación en otras situaciones, cómo delinear estrategias didácticas para la enseñanza de la resolución de problemas cuantitativos y cualitativos, cómo diseñar y producir material didáctico en los que se incluyan mayor variedad de problemas, especialmente aquellos denominados problemas ricos en contexto, cómo examinar las interacciones en el aula, concebida esta última como ambiente de la tarea de resolución, con qué estrategias y cómo emprenden la resolución de problemas los expertos y novatos, entre otros (MASSA, 2000; BENEGAS; VILLEGAS, 2011; GUIASOLA *et al.*, 2011; SOLAZ-PORTOLÉS; SANJOSÉ LÓPEZ, 2012; BUTELER; COLEONI, 2012; PAVÓN MARTÍNEZ; MARTÍNEZ AZNAR, 2014).

En la revisión realizada por Ceberio, Guisasola y Almudí (2008) se puede encontrar además de una evolución histórica de esta línea de investigación, una categorización realizada teniendo en cuenta los supuestos subyacentes del aprendizaje que fundamentan las distintas estrategias de enseñanza de resolución de problemas. Según estos autores, los estudios pueden agruparse en tres orientaciones: a) aprendizaje por algoritmos, b) aprendizaje basado en potenciar las estrategias de resolventes expertos y c) aprendizaje basado en la investigación. Esta última orientación, según los autores citados, permitiría superar las limitaciones de las dos primeras, pero insisten en que es necesario un replanteamiento global de todo el proceso de enseñanza y las actividades de aprendizaje que se propongan, de manera de integrar coherentemente la introducción de conceptos, la resolución de problemas y las prácticas de laboratorio.

Por otro lado, existen comunicaciones que alertan sobre los errores e imprecisiones presentes en los LT de diversos niveles educativos (CAMPANARIO, 2006; PÉREZ RODRÍGUEZ *et al.*, 2009; SLISKO, 2009). Se encontró además, que los referidos a cuestiones conceptuales o terminológicas se discuten con mayor frecuencia que los relacionados con problemas numéricos (SLISKO, 2000).

Por último, es destacar que se han realizado investigaciones con el propósito de indagar sobre los problemas resueltos en los LT universitarios relativos a ciertos tópicos de Mecánica – cinemática de traslación y rotación, dinámica de la partícula y de sistemas de partículas, trabajo y energía – (CONCARI; GIORGI, 2000), y de Electricidad – interacción eléctrica y campo eléctrico – (PANDIELLA, 2003). Los resultados mostrarían que los llamados problemas son ejercicios o problemas “desproblematizados” y su respectiva resolución guarda escasa coherencia con la metodología de resolución de problemas denominada “trabajo de investigación dirigida” la cual propiciaría en los estudiantes habilidades propias de la práctica científica.

IV. Metodología

El trabajo se realizó sobre doce LT usados habitualmente para la enseñanza de Física en el ciclo básico de carreras de carácter científico-tecnológico que se imparten en Universidades argentinas.

Los criterios utilizados en la selección de LT, idénticos a los utilizados para el estudio del desarrollo teórico del tema (GIACOSA *et al.*, op. cit.), fueron: a) frecuencia de demanda de los alumnos, en época de exámenes finales, en la Biblioteca de una institución educativa universitaria de gestión estatal, b) frecuencia de citas de los mismos en la Bibliografía recomendada en los Programas Analíticos de asignaturas que, con diferentes nombres, corresponden al área de Física, y en particular a Electromagnetismo, que se enseña en distintas carreras de dicha institución y c) disponibilidad en Gabinetes de las diferentes cátedras para preparar clases y/o exámenes.

La muestra quedó constituida como se indica en la Tabla 1. Es de destacar que únicamente los primeros cinco LT están ordenados conformes al primer criterio citado, los demás solamente están listados sin ninguna preferencia en especial. A cada texto se lo codificó con una letra y un número arábigo (TN°). En lo sucesivo se hará referencia a ellos con las abreviaturas T1, T2, etc.

Tabla 1: Muestra de libros de texto seleccionados y codificación respectiva.

TN°	Libros de texto
T1	ALONSO, E.; FINN, E. Física. Vol. II Campos y ondas. Barcelona. España: Fondo Educativo Interamericano S.A, 1976.
T2	HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. Física. Vol. 2. 4ta. Ed. México: Compañía Ed. Continental, SA., 1999.
T3	SERWAY, R.; JEWETT, J. Física para Ciencia e Ingeniería con Física Moderna. Vol. 2. 7ma. México: Ed. Cenage Learning Editores S.A., 2009.
T4	YOUNG, H.; FREEDMAN, R. Física universitaria con Física Moderna. Vol.2. 12° Ed. México: Pearson Educación, 2009.
T5	TIPLER, P. Física. Tomo 2. 3ra Ed. España: Editorial Reverté S.A., 1993.
T6	GETTYS, E.; KELLER, F.; SKOVE, M. Física para Ciencias e Ingeniería. Tomo II. México: McGraw Hill, 2005.
T7	GIANCOLI, D. Física para Ciencias e Ingeniería con Física Moderna. Volumen II. 4ta Ed. México: Pearson Educación, 2009.
T8	SERWAY, R.; FAUGHN, J. Física. 5ta. Ed. México: Prentice Hall, 2001.
T9	RESNICK, R.; HALLIDAY, D. Física. Parte 2. 3a. Ed. México: Compañía Ed. Continental, S.A., 1990.
T10	MUÍGUEZ, J.; MUR, F.; CASTRO, M; CARPIO, J. Fundamentos físicos de la Ingeniería. Electricidad y Electrónica. 1ra Ed. España: McGraw Hill Interamericana de España S.A., 2009.
T11	MCKELVEY, J.; GROTH, H. Física para Ciencias e Ingeniería. Tomo II. 1ra. Ed. México: Harla S.A., 1981.
T12	SERWAY, R., BEICHNER, R. Física para Ciencias e Ingeniería. Tomo II. 5ta. Ed. México: McGraw Hill Interamericana S. A., 2002.

Esta investigación pretende dar respuesta a los siguientes interrogantes: ¿Qué descripción es posible realizar sobre los problemas resueltos relativos a circuitos RL a partir de los enunciados de los mismos en los LT? ¿Qué características tienen los enunciados y las resoluciones de problemas que presentan los LT?

La metodología que se estimó más adecuada para el logro de los propósitos pretendidos se encuadra en la modalidad de estudio descriptivo. Se usaron técnicas de análisis de contenido (BARDÍN, 1996, ANDER-EGG, 2010) que posibilitaron la recopilación e interpretación de datos con propósitos específicos preestablecidos por los autores.

El análisis de los problemas resueltos presentes en los LT, con las distintas denominaciones que utilizan sus autores⁷, se realizó mediante dos etapas. La primera consistió en la elaboración de una *síntesis* del enunciado. Para ello se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos: codificación asignada al texto, número de problema establecido en el texto, proceso físico abordado, datos proporcionados y procedimientos implicados en su resolución. Para identificar el proceso físico al que alude el enunciado se utilizaron dos subcategorías: crecimiento y decrecimiento de la corriente eléctrica. Los procedimientos implicados en la resolución y que surgieron del análisis de las consignas resultaron ser: cálculo numérico de variables, escritura de ecuaciones en función del tiempo, comparación de valores de diferencia de potencial y demostración de relaciones energéticas entre los elementos pasivos del circuito RL. Por último, se identificaron las variables físicas cuyo cálculo numérico se solicitaba en el primero de los procedimientos.

En una segunda etapa se analizaron los enunciados y las resoluciones presentadas desde la perspectiva del proceso de categorización que se detalla más adelante, adaptado del estudio de problemas resueltos en LT relativos a Mecánica (CONCARI; GIORGI, *op.cit.*). Las categorías de análisis adoptadas fueron tres: *A. Modo de presentación de la situación problemática*, *B. Aspectos involucrados en la resolución* y *C. Manera de formular otras perspectivas*.

Teniendo en cuenta la postura adoptada en el marco teórico y los antecedentes relacionados con el tema, se elaboraron, las siguientes dimensiones o subcategorías y se asignaron los posibles valores:

A. Modo de presentación de la situación problemática:

A.1. Discusión del interés de la situación problemática

A.1.1. Se presenta

A.1.2. No se presenta

A.2. Tipo de situación problemática a la que alude

A.2.1. Situación experimental específica de la disciplina o referida a experiencias de laboratorio de enseñanza

⁷ Los problemas resueltos en los LT T1, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T11 y T12 se llaman “ejemplo”, en T2 “problema muestra” y en T10 no se presentan.

- A.2.2. Trabajo científico
- A.2.3. Situación cotidiana
- A.3. Tipo de presentación de la información
 - A.3.1. General o cualitativa
 - A.3.2. Particular o cuantitativa (referida a ciertas magnitudes de las cuales depende la respuesta a la consigna o pregunta)
- A.4. Forma de presentación de la información
 - A.4.1. Descriptiva (a través de una descripción explicada)
 - A.4.2. Simbólica (empleando símbolos tales como R para la resistencia, L para el inductor, t para el tiempo, etc.)
- A.5. Figuras a las que alude la presentación de la situación problemática
 - A.5.1. Ninguna
 - A.5.2. Figuras generales sin explicitación de símbolos y valores específicos de las magnitudes de las que dependen las respuestas
 - A.5.3. Figuras particulares con explicitación de símbolos y asignación de valores de las magnitudes de las que dependen las respuestas

B. Aspectos involucrados en la resolución

- B.1. Forma en que se define el problema
 - B.1.1. A través de una consigna o pregunta directa
 - B.1.2. A través de una consigna o pregunta abierta
- B.2. Discusión del sistema físico en estudio
 - B.2.1. Se presenta
 - B.2.2. No se presenta
- B.3. Explicación del modelo físico adoptado
 - B.3.1. Se presenta
 - B.3.2. No se presenta
- B.4. Forma de presentar las hipótesis formuladas
 - B.4.1. Descriptiva
 - B.4.2. Analítica
- B.5. Tipo de representaciones
 - B.5.1. Formal (ecuaciones particulares o generales) con explicación de las representaciones
 - B.5.2. Formal (ecuaciones particulares o generales) sin explicación de las representaciones
 - B.5.3. Argumentativa
 - B.5.4. Gráficas en función del tiempo
 - B.5.4.1. Se presentan
 - B.5.4.2. No se presentan

- B.7. Forma de presentación de los resultados
 - B.7.1. Numérica
 - B.7.2. Analítica
 - B.7.3. Declarativa
- B.8. Tipo de análisis de los resultados
 - B.8.1. Interpretativo
 - B.8.2. De validación (ante el cuerpo de conocimientos o ante la experiencia)
 - B.8.3. No se presenta

C. Manera de formular otras perspectivas

- C.1. Forma de replantear el problema
 - C.1.1. Se presenta (a través de formulación de otras hipótesis, propuesta experimental, etc.)
 - C.1.2. No se presenta
- C.2. Planteo de nuevos problemas
 - C.2.1. Se presenta
 - C.2.2. No se presenta

Las categorías presentadas, al entender de los autores, proporcionan herramientas metodológicas coherentes con los propósitos pretendidos y posibilitan el logro de los objetivos pretendidos.

V. Discusión de los resultados e implicancias didácticas

Los problemas resueltos relativos al tema de interés en los LT analizados totalizan 22. En ellos, 17 tratan el proceso de crecimiento de la corriente eléctrica en un circuito RL y 5 el proceso de decaimiento de dicha variable en el citado circuito.

El total de consignas solicitadas son 51. En Tabla 2 se muestran los procedimientos identificados en las mismas con sus correspondientes frecuencias absolutas (FA) y porcentuales (FP). En tanto que en la Tabla 3, para el procedimiento más frecuentemente solicitado, que resultó ser el denominado Cálculo numérico de variables, se presentan las variables involucradas en dichas consignas y sus frecuencias de aparición respectivas.

Tabla 2: Procedimientos identificados en las consignas de los problemas resueltos (N = 51). Frecuencias absolutas y porcentuales.

Procedimientos	FA	FP
Calculo numérico de variables	45	88
Escritura de ecuaciones en función del tiempo	3	6
Comparación de valores de diferencia de potencial	2	4
Demostración de relaciones energéticas entre elementos pasivos del circuito RL	1	2

Tabla 3: Variables involucradas en los cálculos numéricos solicitados y presentados en los problemas resueltos (N = 45). Frecuencias absolutas y porcentuales.

Variables	FA	FP
Tiempo (constante de tiempo inductiva y otros tiempos)	16	36
Intensidad de corriente	10	23
Potencia en elementos pasivos o activos del circuito RL	8	18
Energía almacenada en el inductor	4	7
Inductancia	3	7
Resistencia	2	5
Voltaje en el extremos del inductor	1	2
FEM	1	2

Del análisis de las dos tablas anteriores surge que los procedimientos solicitados se circunscriben a: cálculo numérico de variables, escritura de ecuaciones en función del tiempo, comparación de valores de diferencia de potencial y demostración de relaciones energéticas entre elementos pasivos del circuito RL. El cálculo numérico de variables es el procedimiento más asiduamente requerido y representa el 88% del total de procedimientos solicitados. La mayoría de los problemas resueltos en los libros de texto son cuantitativos y cerrados. Del total de problemas resueltos en los doce LT se encontró sólo uno que presenta una demostración, dos que comparan valores de diferencia de potencial y tres que solicitan, luego de una deducción teórica, la escritura de ecuaciones temporales.

Las tres variables cuyos cálculos de valores numéricos se solicitan más frecuentemente y que significan el 77% de los cálculos solicitados, teniendo en cuenta todas las variables son: tiempo, intensidad de corriente y potencia en elementos pasivos o activos del circuito RL. Con respecto a los cálculos de tiempo, la cuarta parte de los mismos se relaciona al cálculo de la constante inductiva del circuito (11/45). Estos resultados reflejan la escasa variedad de análisis que se presentan en los problemas resueltos en los LT.

En la Tabla 4 se muestran las frecuencias absolutas (FA) y porcentuales (FP) correspondientes a la categoría *Modo de presentación de la situación problemática* y las sub-categorías elegidas, ya mencionadas, para el análisis de los enunciados de los problemas y sus respectivos procesos de resolución. Se reitera que el número de problemas estudiados es 22.

Tabla 4: Modo de presentación de la situación problemática (N = 22). Frecuencias absolutas y porcentuales.

Categoría: A. Modo de presentación de la situación problemática			
Sub-Categorías		FA	FP
A.1. Discusión del interés de la situación problemática	A.1.1.	0	0
	A.1.2.	22	100
A.2. Tipo de situación problemática a la que alude	A.2.1.	20	91
	A.2.2.	0	0
	A.2.3.	2	9
A.3. Tipo de presentación de la información	A.3.1.	5	23

	A.3.2.	17	77
A.4. Forma de presentación de la información	A.4.1.	13	59
	A.4.2.	9	41
A.5. Figuras a las que alude la presentación de la situación problemática	A.5.1.	12	55
	A.5.2.	8	36
	A.5.3.	2	9

En la Tablas 5 y 6 se exhiben los valores para las sub-categorías de las variables *Aspectos involucrados en el proceso de resolución* y *Manera de formular otras perspectivas*, respectivamente.

Tabla 5: Aspectos involucrados en el proceso de resolución (N=22). Frecuencias absolutas y porcentuales.

Categoría: B. Aspectos involucrados en el proceso de resolución			
Sub-Categorías		FA	FP
B.1. Forma en que se define el problema	B.1.1.	19	86
	B.1.2.	3	14
B.2. Discusión del sistema físico en estudio	B.2.1.	1	4
	B.2.2.	21	96
B.3. Explicación del modelo físico adoptado	B.3.1.	1	4
	B.3.2.	21	96
B.4. Forma de presentar las hipótesis formuladas	B.4.1.	0	0
	B.4.2.	22	100
B.5. Tipo de representaciones	B.5.1.	21	96
	B.5.2.	0	0
	B.5.3.	1	4
B.6. Gráficas en función del tiempo	B.6.1.	4	18
	B.6.2.	18	82
B.7. Forma de presentación de los resultados	B.7.1.	15	68
	B.7.2.	4	18
	B.7.3.	3	14
B.8. Tipo de análisis de los resultados	B.8.1.	7	32
	B.8.2.	2	9
	B.8.3.	13	59

Tabla 6: Manera de formular otras perspectivas (N = 22). Frecuencias absolutas y porcentuales.

Categoría: Manera de formular otras perspectivas			
Sub-Categorías		FA	FP
C.1. Forma de replantear el problema	C.1.1.	1	4
	C.1.2.	21	96
C.2. Planteo de nuevos problemas	C.2.1.	3	14
	C.2.2.	19	86

De la lectura de las tablas mostradas para cada una de las variables, surgen las siguientes inferencias y afirmaciones:

A. Modo de presentación de la situación problemática

Es destacar que en ninguno de los problemas analizados se discute el interés de la situación problemática. Con relación a los tipos de situaciones abordadas se encontró que el 91% de las mismas hace referencia a cuestiones específicas de la disciplina y sólo el 9% restante a situaciones de la vida cotidiana. Resulta llamativo que ninguno de los problemas presentados alude, ni siquiera, a experiencias conceptualmente básicas de laboratorio de enseñanza y tampoco existe alusión alguna al trabajo científico o a establecer nexos entre Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS).

En la conjunción de estas características, probablemente, se pueda encontrar explicación a la falta de motivación con la que algunos estudiantes se enfrentan a la resolución de problemas. La baja frecuencia de situaciones que relacionan al estudiante con problemas de su vida cotidiana obstaculizaría la posibilidad de asignarle significado a la tarea realizada. La mayoría de los problemas se ajustan al ámbito académico, siendo ésta tal vez la razón por la cual les resulta dificultoso a los estudiantes transferir los procedimientos adquiridos en Física a otros contextos.

Del análisis del tipo de información que contienen los enunciados de los problemas resueltos surge que en el 59% de los casos dicha información se presenta en forma descriptiva, es decir verbalizada y en el 41% restante se lo hace en forma simbólica. En la totalidad de los enunciados de los problemas resueltos se proporcionan únicamente los datos “necesarios y suficientes” para su resolución. Analizando el tipo de figuras a las que remiten, o no, los enunciados de los problemas, se aprecia que la mayoría de los mismos (55%) las omite y cuando lo hacen, en el 36% de los casos, se refieren a figuras generales sin asignar valores específicos a las magnitudes de los que dependen las respuestas. Sólo en un 9% de los problemas (T7, T12) se hace referencia a figuras particulares donde sí se explicitan los símbolos utilizados y se le asignan sus valores.

La ausencia total de gráficas temporales de las que se podría extraer información relevante para resolver un problema no promovería en los estudiantes, no sólo la lectura, sino también la interpretación de información en forma verbal y simbólica, dejando sin explorar ni fomentar en los estudiantes un amplio abanico de capacidades que podrían desarrollar y/o ejercitar. Esto explicaría, en parte, la dificultad generalizada por parte de los alumnos para interpretar las funciones matemáticas que describen la variación temporal de las magnitudes involucradas. Por otro lado, la falta de algún dato “no relevante” en los enunciados propuestos priva a los estudiantes de una capacidad fundamental, el reconocimiento y selección de la información necesaria o relevante para diseñar o adoptar posibles estrategias de solución.

B. Aspectos involucrados en la resolución

Con respecto a los aspectos estudiados sobre la resolución presentada, se encontró que el 86% de los problemas se define a través de una consigna o pregunta directa y sólo un 14% de los casos analizados lo hace a través de una consigna abierta. Las consignas identificadas

como abiertas son: “Ejemplo 17.3. Establecimiento de una corriente en el circuito” (T1, p. 658), “Estudiar la caída de corriente...” (T1, p.659) y “Demuestre que toda la energía...” (T3, p. 904).

En la mayoría de los problemas (96%) no se discute el sistema físico en estudio ni se menciona el modelo físico adoptado. En un único problema, en la resolución, se indica bajo el subtítulo “Categorizar” que: “La espira derecha del circuito *se modela* como un sistema aislado, de modo que la energía se transforma entre componentes del sistema pero no sale del sistema” (T3, p. 904). La espira a la que hace referencia, alude a un esquema general del circuito semejante al que se muestra en la Fig. 2, que como puede apreciarse no tiene asignado los valores de las magnitudes físicas.

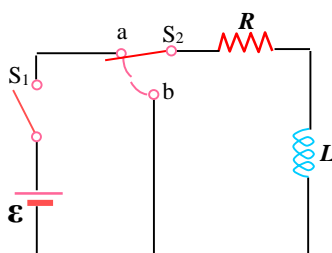


Fig. 2 – Circuito RL (T3. p. 900)

En todos los problemas se explicitan analíticamente las hipótesis formuladas, es decir que en ningún caso se las presentan de manera descriptiva o verbalizada. El tipo de representaciones utilizadas mayoritariamente en el proceso de resolución es formal con explicación de las representaciones (96%). En el único problema donde se hace evidente la argumentación, se combina ésta con la representación formal con explicación (T3). En el 82% de los procesos de resoluciones analizados no se presentan gráficas en función del tiempo. Los resultados se presentan de forma variada, a través de un valor numérico en el 68% de los problemas, de una expresión analítica en el 18% de los casos y de una manera expositiva declarativa sólo en el 14% restante. En la mayoría de los problemas resueltos (59%) no se analizan los resultados obtenidos, cuando sí se lo hace, en el 32% de los casos es a través de la interpretación (numérica, comparativa o descriptiva) y en el 9% restante se validan utilizando el cuerpo de conocimientos.

Algunas de las dificultades de los estudiantes ya reseñadas en la resolución de problemas cuantitativos (POZO MUNICIO; GÓMEZ CRESPO, *op. cit.*), fundamentalmente las relacionadas con la incapacidad de los estudiantes de resolver “nuevos” problemas, en el sentido de ser diferentes a los ya realizados y a la costumbre de buscar la “ecuación adecuada” donde quepan “todos” los datos que les permita arribar a “una sola solución” podría deberse a la forma con la que se presentan en los LT los enunciados de los problemas y sus respectivas resoluciones. Esto se agrava aún más, por las escasas oportunidades en las que se explicita el modelo físico adoptado (4%) y los límites de validez de los mismos.

C. Manera de formular otras perspectivas

En el 96% de los problemas no se mencionan otros posibles modos de resolución diferentes al mostrado. En el único caso que sí se lo hace (T11), se utilizan primeramente definiciones de diferencia de potencial en el inductor y en la resistencia y; seguidamente, la ecuación de la mallas de Kirchhoff.

La enunciación explícita de nuevas preguntas se presenta en sólo el 14% de los casos (T3, T7, T9). Estos resultados reforzarían la idea equívoca, de algunos estudiantes que se inician en el estudio de Física y que toman como modelo de resolución la presentada en los LT, que existe un solo camino “conveniente” para arribar a la solución buscada y que una vez hallada ésta, finalizó la tarea.

VI. Conclusiones

Acordando con los resultados de investigaciones en otros tópicos de Física (CONCARI; GIORGI, *op. cit.*) los problemas resueltos en los LT más frecuentemente usados en los cursos de Física del nivel universitario básico son mayoritariamente cuantitativos, cerrados y su resolución promovería el uso de algoritmos matemáticos con un bajo nivel de conceptualización. La gran mayoría de consignas solicitadas en los mismos (88%) se centralizan en el cálculo numérico de variables. Las variables cuyo cálculo es más asiduamente requerido son: tiempo, intensidad de corriente y potencia en elementos del circuito. En ningún ítem se solicita graficar magnitudes – corriente eléctrica o diferencia de potencial – en función del tiempo. Se sostiene que sería necesario diversificar el contenido y las actividades que se proponen a los estudiantes en las clases de resolución de problemas de manera de complementar las estrategias que encuentran con mayor frecuencia en los LT, si se pretende que los estudiantes afiancen los conocimientos mediante aplicaciones prácticas.

La mayoría de los enunciados presentes están circunscriptos a situaciones específicas de la disciplina pero en ningún caso al trabajo experimental del laboratorio, ni siquiera aludiendo a experiencias básicas; un bajo porcentaje de problemas presentados alude a la vida cotidiana y ninguno refiere al trabajo científico o establece nexos CTS.

Las características mencionadas acerca de la presentación de los problemas, sumadas a la ausencia total de discusión del interés de la situación planteada, dificultarían predisponer a los estudiantes para aprender de manera significativa.

En los textos analizados, en la presentación que se hace de los problemas resueltos, predomina la ausencia de explicitación de los modelos físicos empleados y de los límites de validez de los mismos. Este tipo de presentaciones afianzaría en los estudiantes que estudian en base a los LT el concepto de “verdad absoluta, única, fija e inmutable”. Se sostiene que esta cuestión no es menor, pues a raíz de la construcción de estas preconcepciones que se alentarían desde la Mecánica Clásica, si no se toman los recaudos necesarios, los estudiantes podrían

encontrar ciertas dificultades cuando abordan el estudio de Mecánica Cuántica (ZANG *et al.*, 2013).

La resolución de problemas de esta muestra de LT guarda escasa coherencia con la metodología de investigación dirigida, lo cual también concuerda con los estudios realizados en otras áreas de Física por Concari y Giorgi (*op. cit.*) y Pandiela (*op. cit.*); y no promovería hábitos relacionados con el quehacer científico en los estudiantes.

Se sostiene que es una tarea ineludible de parte de los docentes de Física del ciclo básico universitario reforzar en el aula, a través de las actividades propuestas a los estudiantes, las cuestiones que no se encuentran lo suficientemente enfatizadas en los LT. Existen otros recursos, que no fueron analizados en esta presentación, tales como los problemas ricos en contexto (BENEGAS; VILLEGAS, *op. cit.*) y/o las actividades de lápiz y papel posibles de ser replicadas en entornos virtuales utilizando simulaciones de acceso libre (GIACOSA; CONCARI; GIORGI, 2012) que mostraron predisponer a los estudiantes de carreras científico-tecnológicas para el estudio de las Ciencias Físicas y colaborar con el desarrollo de las competencias que les serán requeridas al futuro profesional.

Como recapitulación, y a pesar de los resultados que se encontraron en este trabajo, se considera que los LT constituyen herramientas indispensables para aprender; y como tales, su recomendación a los estudiantes debería realizarse habiendo reflexionado críticamente sobre sus bondades y carencias.

Agradecimiento

Este trabajo se realizó en el marco de dos proyectos registrados en la Secretaría de Investigación y Posgrado de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales (Universidad Nacional de Misiones).

Referencias

ANDER-EGG, E. **Métodos y Técnicas de investigación social**. Cómo organizar el trabajo de investigación. España: Lumen, 2010. v. III.

BARDIN, L. **El análisis de contenido**. Madrid: Akal, 1996.

BENEGAS, J.; VILLEGAS, M. Influencia del texto y del contexto en la resolución de problemas de Física. **Latin American Journal of Physics Education**, v. 5, n. 1, p. 217-224, 2011.

BUTELER, L.; GANGOSO, Z.; BRINCONES CALVO, I.; GONZÁLEZ MARTÍNEZ, M. La resolución de problemas en Física y su representación: un estudio en la escuela media. **Enseñanza de la Ciencias**, v. 19, n. 2, p. 285-295, 2001.

BUTELER, L.; COLEONI, E. El conocimiento físico intuitivo, la resolución de problemas en Física y el lugar de las ecuaciones matemáticas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 2, p. 435-452, 2012.

BRINCONES, I.; ÁLVAREZ, F.; BLANCO, J.; BLÁZQUEZ, J.; HIDALGO, M.; QUERO, J. Los problemas de Física. Dificultades presentes en los enunciados en la interrelación enseñanza secundaria-universidad. In: SIMPOSIO EN INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN EN FÍSICA, XI, 2012, Esquel. **Actas ... APFA. Universitaria de la Patagonia**. p. 47-59.

CAMPANARIO, J. Using textbook errors to teach physics: examples of specific activities. **European Journal of Physics**, v. 27, n. 4, p. 975-981, 2006.

CATALÁN, L.; CABALLERO SAHELICES, C.; MOREIRA, M. Los libros de texto usados por los alumnos para el aprendizaje del campo conceptual de la inducción electromagnética. **Latin American Journal of Physics Education**, v. 3, n. 3, p. 656-664, 2009.

CEBERIO, M.; GUIASOLA, J.; ALMUDÍ, J. ¿Cuáles son las innovaciones didácticas que propone la investigación en resolución de problemas de Física y qué resultados alcanzan? **Enseñanza de las Ciencias**, v. 26, n. 3, p. 419-430, 2008.

CONCARI, S.; GIORGI, S. Los problemas resueltos en los textos universitarios de Física. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 18, n. 3, p. 381-390, 2000.

CORONEL, M.; CUROTTO, M. La resolución de problemas como estrategia de enseñanza y aprendizaje. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 7.n. 2, p. 463-479, 2008. Disponible in: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen7/ART11_Vol7_N2.pdf>. Acceso in: mar. 2014.

COSTA, S. Modelos mentais e resolução de problemas. 2005. Tesis (Doutorado em Ciência). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

ESCUADERO, C.; MOREIRA, M. La V epistemológica aplicada a algunos enfoques en resolución de problemas. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 1, p. 61-68, 1999.

FIGUEROA, E. Estrategias en la resolución de problemas matemáticos. **Educare**, n. 10, v. 2, mar. 2006. [s.p]. Disponible in: <<http://revistas.upel.edu.ve/index.php/educare/article/view/125>>. Acceso in: nov. 2013.

GALAGOVSKY, L.; ADÚRIZ-BRAVO, A. Modelos y analogías en la enseñanza de las Ciencias Naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 2, n. 19, p. 231-242, 2001.

GARCÍA GARCÍA, J. La creatividad y la resolución de problemas como base de un modelo didáctico alternativo. **Revista Educación y Pedagogía**, v. X, n. 21, p. 145-174, 1998.

GARRETT, R. Resolución de problemas y creatividad: implicaciones para el currículo de Ciencias. **Enseñanza de la Ciencias**, v. 3, n. 6, p. 224-230, 1988.

GIACOSA, N.; CONCARI, S.; GIORGI, S. Experimentar con TIC y reflexionar sobre su uso a partir de las apreciaciones de los estudiantes. **Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación (TE&ET)**, n. 8, p. 54-64, 2012.

GIACOSA, N.; ZANG, C.; GIORGI, S.; MAIDANA, J.; SUCH, A. Circuitos resistivo-inductivos en corriente continua: análisis de su tratamiento en libros de textos del ciclo básico universitario. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 253-286, 2013.

GIL PÉREZ, D.; FURIÓ MAS, C.; VALDES, P.; SALINAS, J.; MARTÍNEZ TORREGROSA, J.; GUIASOLA, J.; GONZÁLEZ, E.; DUMAS CARRE, A.; GOFFARD, M.; CARVALHO, A. Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 2, p. 311-20, 1999.

GUIASOLA, J.; CEBERIO, M; ZUBIMENDI, J.; ALMUNDÍ, J. La resolución de problemas basada en el desarrollo de investigaciones guiadas en cursos introductorios de Física universitaria. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 29, n. 3, p. 439-452, 2011.

LUCERO, I.; CONCARI, S.; POZZO, J. El análisis cualitativo en la resolución de problemas de Física y su influencia en el aprendizaje significativo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 1, p. 85-96, 2006.

MARTÍNEZ, M.; DE LONGHI, A. Identificación y categorización de dificultades de lectocomprensión en enunciados de problemas de lápiz y papel de estequiometría. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 10, n. 2, p. 159-170, 2013. Disponible in: <<http://reuredc.uca.es/index.php/tavira/article/view/317>>. Acceso in: mar. 2014.

MARTÍNEZ TORREGROSA, J.; SIFREDO, C. ¿Cómo convertir los problemas de lápiz y papel en auténticos desafíos de interés? En: GIL PÉREZ *et al.* **¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años**. UNESCO: Santiago de Chile, 2005. p. 103-121.

MASSA, M. La investigación en resolución de problemas. In: SIMPOSIO DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN EN FÍSICA, V, 2000, Santa Fe, Argentina. **Actas...** APFA, Universidad Nacional del Litoral. p. 1-12.

MAZARÍO TRIANA, I. La resolución de problemas: un reto para la educación contemporánea. Cuba: Editorial Universitaria, 2009.

OÑORBE, A. Resolución de problemas. En: JIMÉNEZ, A. (coord.) **Enseñar ciencias**. Barcelona, GRAÓ, 2003. p. 73-90.

PANDIELLA, S. Los problemas resueltos en libros universitarios ¿son un modelo a seguir? In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE EDUCACIÓN SUPERIOR EN EL SIGLO XXI, 2003, San Luis, Argentina. **Actas...** Universidad Nacional de San Luis. p .1-6.

PAVÓN MARTÍNEZ, F.; MARTÍNEZ AZNAR, M. La metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI). **Enseñanza de las Ciencias**, v. 32, n. 3, p. 469-492, 2014.

PERALES PALACIOS, J. La resolución de problemas en la didáctica de las ciencias experimentales. **Revista Ecuación y Pedagogía**, v. 10, n. 11, p. 119-143, 1998.

PERALES PALACIOS, J. Enseñanza-aprendizaje de una heurística en la resolución de problema de Física: un estudio cuasiexperimental. **Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado**, n. 1, Septiembre/Diciembre, p. 201-209, 1994.

PÉREZ RODRÍGUEZ, U.; ÁLVAREZ LIRES, M.; SERRALLÉ MARZOA, 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**, v. 27, n. 1, p. 109-120, 2009.

POCOVÍ, M.; HOYOS, E. Corriente de desplazamiento: su presentación en textos y su comprensión por parte de los estudiantes. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 29, n. 2, p. 275-288, 2011.

POZO MUNICIO, J.; GÓMEZ CRESPO. M. **Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico.** Madrid: Morata, 2000.

RAMIREZ CASTRO, J.; GIL PÉREZ; D.; MARTINEZ TORREGROSA, J. **La resolución de problemas de Física y de Química como investigación.** Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia (CIDE), 1994.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (REA). **Diccionario de la Real Academia Española.** 22. ed., 2001.

SLISKO, J. Repeated errors in physics textbooks: what do they say about the culture of teaching? **Physics Community and Cooperation.** Volume 2. International Conference GIREP-EPECT & PHEC. University of Leicester, UK, p. 31-46; 2009.

SLISKO, J. Errores comunes en problemas numéricos de la física escolar. **Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales**, n. 14, p. 87-98, 2000.

SOLAZ-PORTOLÉS, J.; SANJOSÉ LÓPEZ, V. Conocimientos y procesos cognitivos en la resolución de problemas de ciencias: consecuencias para la enseñanza. **Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación**, v. 1, p. 147-162, 2012.

ZANG, C.; GALEANO, R.; GIACOSA, N.; SALOMÓN, S. Mecánica Cuántica en libros de texto universitarios. In: JORNADAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS, 2013, UNaM, Posadas. **Actas...** CD-ROM: EdUNaM. 1. ed.[s.p.]