

Análisis multidimensional de un texto escolar*

Josip Slisko, Rosa Graciela Montes y Raúl Cuellar del Águila
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Se analizan nueve presentaciones de un mismo tema (tensión superficial) en libros de texto para secundaria respecto a su estructura didáctica, incluyendo la relación de lo verbal con “apoyos didácticos” visuales, y a su organización discursiva. Se examinan los patrones comunes encontrados desde el marco de la psicología del aprendizaje. Las características de los textos analizados siguen más la forma de los textos científicos, tanto en el vocabulario como en la estructura de exposición, que las sugerencias de la psicología de lectura para mejorar la comprensión del texto.

In this study we analyze nine presentations on one topic (surface tension) given in Junior High physics textbooks, with respect to their didactic structure, including the relationship between the discourse and visual “pedagogical aids” and with respect to aspects of discourse organization. We examine patterns common to all texts, from the perspective of psychology of learning. We find that the text characteristics follow patterns established for scientific discourse but do not seem to take into account, either in the vocabulary chosen or in the organization of the presentation, suggestions stemming from the psychology of reading, to increase discourse comprehension

* El trabajo se realizó parcialmente durante la preparación del proyecto *El Papel del Libro de Texto en el Aprendizaje de Física en Secundaria* (Clave: 1759P-S), que fue aceptado por CONACYT para ser financiado en el periodo Enero de 1996 - Diciembre de 1997.

1. Introducción

Este trabajo, que forma parte de una investigación sobre *El Papel del Libro de Texto en el Aprendizaje de Física en Secundaria*, presenta algunas características de los textos didácticos utilizados para la enseñanza de física tanto con respecto a la organización de su estructura pedagógica como también con relación al lenguaje y organización discursiva utilizados en los mismos. La caracterización precisa de los textos en estos aspectos se ve como un paso inicial necesario para posteriormente poder proceder a comprobar la eficiencia pedagógica de textos particulares, o poder identificar variables que de presentarse en los textos pueden ser contraproducentes en cuanto a la meta educativa.

Consideramos que el presente trabajo es interesante no sólo en cuanto a su temática, sino por ser un intento de colaboración entre investigadores provenientes de dos disciplinas muy diferentes, la física y la lingüística. Consideramos que el trabajo interdisciplinario alrededor de objetos que nos son de interés común, como son el texto excolar y el discurso científico, será provechoso y fructífero. Sin embargo, solicitamos al lector, en este primer intento de una presentación conjunta, algo de tolerancia, mientras forjamos un vocabulario y discurso común, que servirá de puente entre las llamadas “ciencias duras” y disciplinas sociales o humanísticas.

2. El libro de texto en la enseñanza

El libro de texto es el factor más importante en la enseñanza de ciencias naturales. Es conocido que en los EUA, el 90 por ciento de los maestros usan el libro de texto el 95 por ciento del tiempo en el salón de clase (Yager, 1983). En España los porcentajes son similares, de 87 a 91 % (Otero, 1990). La importancia de los libros aumenta cuando los maestros no tienen una buena preparación profesional. En tal caso los maestros basan todas sus actividades docentes en el libro de texto.

Aquí analizamos tanto la estructura didáctica de los textos como algunos aspectos de su organización discursiva en busca de las características sobresalientes que van más allá de las presentaciones particulares. Lo encontrado puede ofrecer una base bien fundada para los planteamientos de las reformas futuras en la educación nacional. La muestra consistió de nueve libros de texto para secundaria y el tema estudiado fue el de “Tensión superficial”. En la sección de Referencias se da un listado de los nueve textos de los cuales se extrajo la muestra.

3. Estructura Didáctica

3.1. *Secuencias Didácticas*

Hay muchas maneras de introducir un concepto, desde un discurso del maestro o pregunta para los alumnos hasta una película o una actividad práctica (Karplus, 1981b). La primera aplicación exitosa de la visión constructivista del aprendizaje en la enseñanza de ciencias naturales en forma de una secuencia didáctica se debe a Karplus y su *ciclo de aprendizaje* (Karplus, 1977). Este consiste de tres fases: Exploración, Invencción y Aplicación del Concepto.

En la primera fase los alumnos exploran el fenómeno, tanto en lo que ha sido llamado modalidad “hands-on” como en la modalidad “minds-on”, tratando de explicarlo usando sus propios recursos conceptuales, que muchas veces llevan a un desequilibrio cognoscitivo. Por eso, en la segunda fase, se inventa un nuevo concepto, tal vez con la ayuda o guía del maestro, para reconceptualizar el fenómeno. Para fortalecer la integración del nuevo concepto en el mosaico conceptual que van desarrollando los alumnos, se requiere su aplicación en una situación diferente pero todavía relacionada con el fenómeno estudiado. Tal aplicación lleva a una nueva exploración en un nivel más sofisticado. A partir de aquí el ciclo de aprendizaje se reiniciaría.

El mecanismo fundamental del desarrollo de aprendizaje es el *cambio conceptual* (Dykstra, Boyle & Monarch, 1992) en el cual el alumno modifica los conceptos previamente adquiridos, adecuándolos a sus nuevas experiencias. Para el maestro, en este modo de enseñar, dos tareas vitales son:

- (1) Encontrar los esquemas explicativos previos de los estudiantes acerca de un fenómeno; y
- (2) Desafiarlos a través de actividades mentales y prácticas para que ocurra el cambio conceptual.

Con lo anterior en mente, nos preguntamos si la introducción y presentación de temas de física en los libros de texto están dadas de manera tal que propicien el cambio conceptual.

Las secuencias didácticas que encontramos en los libros de texto analizados están dadas en las Tablas 1, 2 y 3.

Tabla 1. Modelo Microscópico primero

Secuencia 1 (3 partes)
modelo microscópico - definición - ejemplos (aguja, insectos, gotas, pompas de jabón)
Secuencia 2 (3 partes)
modelo microscópico - ejemplo (pompas de jabón) - actividades (aguja, comal metálico, coladera de agujeros)

Secuencia 3 (3 partes)

modelo microscópico - ejemplos (gotas, pompas de jabón) - actividades

Secuencia 4 (3 partes)

modelo microscópico - analogía (membrana elástica) - ejemplos (insectos, aguja, navaja, gotas)

Tabla 2. Modelo Microscópico después

Secuencia 5 (2 partes)

analogía (cuero de tambor) & ejemplos (insectos, burbujas de jabón) - modelo microscópico

Secuencia 6 (2 partes)

evocación de experiencia estudiantil (insectos sobre agua) - modelo microscópico

Secuencia 7 (3 partes)

ejemplo (aguja), analogía (membrana elástica), pompas de jabón - definición - modelo microscópico

Secuencia 8 (4 partes)

introducción - comparación de gotas de agua y de mercurio - modelo microscópico - ejemplos (insectos, navaja & aguja, pompas de jabón)

Tabla 3. Sin Modelo Microscópico

Secuencia 9 (3 partes)

ejemplos (moscos, navaja de afeitarse) & explicación por analogía (pequeña capita) - explicación a qué se debe (una oración) - mojabilidad

Ninguna de las secuencias didácticas plantea algo que se parezca a la estrategia del cambio conceptual. La mitad de los autores inician la secuencia con la explicación del modelo microscópico para *tensión superficial*. Este modelo no es deducible de la fenomenología y, además, en su versión escolar, tiene sutiles problemas de coherencia lógica, cuya discusión va más allá de lo que abarca el presente trabajo.

Lo dominante en todas las presentaciones tiene más la forma de un discurso del maestro que de actividades para estudiantes que les permitan mejorar su aprendizaje.

3.2. *Actividades Estudiantiles Planteadas*

Como se ha dicho, la exploración activa del fenómeno, en el nivel de manipulación manual y de explicación conceptual, es de primera importancia en el aprendizaje de los

fenómenos físicos (*Karplus, 1977*). Por eso, es sorprendente que en cinco de los textos no se plantea actividad práctica alguna.

El número de actividades prácticas, descritas o exigidas, varía de una (2 textos) hasta tres (1 texto) y cuatro (1 texto). El enfoque en todas está en el nivel de actividades manuales y no se requiere ni conceptualización ni reconceptualización del conocimiento estudiantil. Si aparecen las preguntas relacionadas con las prácticas, las demandas son triviales y no van más allá de la descripción del fenómeno.

3.3. *Apoyo Visual*

Ya se conocen los procesos psicológicos que ocurren en la lectura de un texto y los principios del diseño un texto en que se expone verbalmente cierta información que aumenta el aprendizaje del lector (*Brown, Campione & Day, 1981; Mayer 1983; Mayer, 1984*). Entre los recursos más importantes está el apoyo visual que facilita el entendimiento de las ideas del texto a través de dibujos, diagramas, gráficas, fotografías y hasta caricaturas (*Levin & Mayer, 1993; Mayer, 1993*).

Respecto a los libros analizados, 2 textos carecen de apoyo visual alguno. Esto es un hecho que no requiere comentarios adicionales. En los otros se encontraron 24 dibujos y 5 fotos.

Dentro de los dibujos se pueden distinguir el **dibujo explicativo**, que apoya directamente el aprendizaje conceptual, y el **dibujo decorativo**, que no apoya directamente el aprendizaje conceptual sino que “decora” la página. Lo que encontramos en los textos es que de los dibujos utilizados, dos tercios (16/24 o 66%) fueron decorativos exclusivamente. Como las fotos también caen dentro de lo decorativo, se ve que los apoyos visuales dados contribuyen muy poco a mejorar el aprendizaje estudiantil. Esta conclusión cobra más fuerza cuando se agrega que los dibujos, clasificados como explicativos, se refieren al modelo microscópico que puede estar fuera del alcance cognoscitivo de los alumnos de secundaria.

4. Algunos Aspectos de la Organización Discursiva de los Temas Expuestos

Halliday & Martin (1993) discuten ciertas características lingüísticas y discursivas de los textos científicos que, según ellos, los identifican como tales, y que en ocasiones provocan resultados contraproducentes. A este respecto Lemke (1990:129-30), indica que el lenguaje de la enseñanza de la ciencia sirve muchas veces para distanciar al alumno de la materia

How does science teaching alienate so many students from science? ... One way this happens, I believe, is through the way we talk science. The language of classroom science sets up a pervasive and false

opposition between a world of objective, authoritative, impersonal, humorless scientific fact and the ordinary, personal world of human uncertainties, judgments, values, and interests. It is the second world in which we are all comfortably (or uncomfortably) at home, and science, like all other human endeavor, is a part of that world. It is not something that lies outside it or should be set in opposition to it, **but many of the unwritten rules about how we are supposed to talk science make it seem that way** (Lemke 1990:129-130) (Enfasis nuestro).

Características mencionadas por Lemke (1990) y por Halliday & Martin (1993) para el texto científico son el uso de un vocabulario técnico o especializado, el papel central de definiciones, el peso del contenido sobre las frases nominales, la nominalización de procesos y acciones, un uso incrementado de formas pasivas o impersonales. Estos textos también son notables por las formas discursivas que rechazan o que evitan. Entre éstas, según Lemke, estarían evitar la utilización de lenguaje coloquial, la asignación de atributos o cualidades “humanas”, la personificación, la referencia a agentes o actores de los procesos descritos, el uso de metáforas u otras formas de lenguaje figurado, el uso de anécdotas u otras formas narrativas o dramáticas (Lemke 1990:133). Estas normas no escritas sirven para crear un discurso distante y enajenante que debe ser modificado en la acción pedagógica:

These rules are a recipe for dull, alienating language. They mainly serve to create a strong contrast between the language of human experience and the language of science. ... These stylistic norms of science also impede the communication of the thematic content of science to students, as every good science teacher knows. ... Because of this, all good science teachers find it necessary to break the rules and violate these stylistic norms, humanizing science as they communicate it (Lemke 1990:134).

¿Cómo caracterizaríamos al lenguaje utilizado en los textos estudiados?

4.1. *Léxico*

Con respecto al léxico empleado, destacan el uso de vocabulario técnico especializado o de palabras no especializadas pero usadas en un sentido técnico diferente al significado acordado en el uso cotidiano. Destaca también la carga de contenido asignada a las frases nominales, mientras que los verbos, en muchos casos, parecen limitarse a la función de relacionar fenómenos presentados a través de nominalizaciones (relaciones de “ser” o “tener” principalmente).

Los nombres duplican el uso de verbos, conformando entre nombres y pronombres 353 instancias (28% del léxico total), comparado con 153 instancias de verbos conjugados (12% del léxico total). De las formas nominales, 15 (20%) podrían considerarse, o son introducidas al discurso como nominalizaciones formadas a partir de verbos (Por ej., *atrae-atracción, predomina-predominación*).

Se encuentra también que prevalece en este discurso el uso de la tercera persona (93%), esto indica un discurso objetivizante acerca de un mundo referido. En contras-

te, tenemos solamente 3 instancias de verbos cuyo sujeto sería el lector (*aprendiste, sabes, habrás notado*) y un número pequeño de formas de primera persona plural en las cuales se involucra al lector (ejs. *colocamos, consideremos, dibujemos, podemos preguntarnos, tenemos, usaremos, veamos*).

En 81% de los verbos conjugados se emplea el presente del indicativo. El uso predominante del presente es considerado como una característica de los textos científicos. La utilización del presente confiere a lo expuesto un carácter de incontrovertibilidad e inmutabilidad: las cosas así son, contribuyendo a presentar la “verdad” e incontrovertibilidad de los hechos presentados.

Podemos ver, por lo tanto, que los libros de texto mexicanos que estudiados replican en su organización léxica lo encontrado por Halliday & Martin (1993) y otros autores, en cuanto a textos científicos en general.

4.2. Géneros discursivos

Martin (1993) considera que se encuentran dos géneros (o sub-géneros) principales en los textos científicos: reportes y textos explicativos. El reporte, considerado por Martin como el género principal, organiza la información, clasificándola o descomponiéndola en las diversas sub-partes componentes de un todo. Según Martin, el libro de texto en sí puede ser considerado como un reporte ya que organiza un fenómeno, subclasificándolo y descomponiéndolo en sus diferentes partes constituyentes (secciones, capítulos, párrafos, etc.).

El segundo tipo genérico principal en los textos científicos es el de “explicaciones”. Estos son textos que se enfocan sobre procesos y sus causas o resultados. Las características son similares a la de los reportes pero encontramos un mayor número de verbos de acción y las acciones se organizan en una secuencia lógica.

Un tercer género mencionado por Martin, es el expositivo, género utilizado para presentar argumentos a favor de alguna posición. Martin indica la relativa ausencia de este género discursivo en los textos científicos, debido al hecho que en la mayoría de los casos, los datos se presentan como “certezas”.

Los nueve textos estudiados caen, en su totalidad, en el género explicativo. Se define el fenómeno de “tensión superficial” indicando las causas y las consecuencias del mismo, como vemos en el siguiente extracto:

— La tensión superficial es la propiedad que presenta la superficie libre de un líquido debido a que las moléculas del interior ejercen una fuerza de cohesión sobre las moléculas de la superficie que hace que ésta se comporte como una membrana elástica tensionada.

Para contrastar, podemos examinar el siguiente texto sobre el movimiento, también tomado de un texto de Física. Este texto correspondería a un “reporte” según Martin (1993):

Movimiento es el cambio continuo de lugar o posición de un cuerpo. Nos damos cuenta de que un cuerpo cambia de lugar cuando se acerca o se aleja de otro que está en reposo, pero como éste puede moverse a su vez, el movimiento es **relativo**. Un movimiento es absoluto cuando se considera que un cuerpo cambia de lugar con respecto a otros que se suponen fijos (Rincón Arce, 1994)

Ambos textos inician con una definición del fenómeno del que tratan pero en el segundo se procede a una sub-clasificación de tipos de movimiento, mientras que en el primero se indican las causas y efectos de la “tensión superficial”. Como ya hemos mencionado, los textos de la muestra corresponden a este género.

4.3. *Definiciones*

Varios autores mencionan el papel central de la definición en el texto escolar científico (Martin, 1993, Flowerdew, 1992). La mayoría de los temas se exponen a partir de una definición: *El movimiento es..., la tensión superficial puede describirse como... etc.*

Para estudiar la organización de los textos hemos tomado las definiciones del tema que se encuentran en los textos que son como las que siguen a continuación:

— Al fenómeno que presentan las superficies líquidas como si fueran membranas elásticas se le conoce como tensión superficial.

— Las fuerzas netas que experimentan las moléculas que están en la superficie de un líquido hacen que la superficie se deforme. Esta fuerza neta se llama tensión superficial.

De las diversas definiciones hemos extraído los conceptos que parecen ser centrales para la definición de tensión superficial y que desglosamos a continuación en la siguiente “macro” definición:

<i>Tensión superficial es</i>	<i>un fenómeno propiedad de las superficies libres de los líquidos</i>
<i>consiste en</i>	<i>una modificación/deformación de esta superficie</i>
<i>es causada por</i>	<i>que actúa como membrana elástica fuerzas de cohesión/atracción ejercida por moléculas internas</i>
<i>resulta en</i>	<i>resistencia a la penetración</i>

Las definiciones tomadas de los textos estudiados, no incluyen todos los elementos presentados. La más simple sólo incluye la definición en sí, es decir: X consiste en Y. Pero puede incluirse también una explicación refiriéndose a las causas del fenómeno,

sus consecuencias y efectos resultantes. Un problema que encontramos con estas definiciones es que, en ocasiones se utilizan ciertos términos en la definición o explicación de un fenómeno, que a su vez van a necesitar ser definidos o explicados para poder llegar a comprender la primera explicación. Por ejemplo, en la primera definición de las dadas arriba, se define tensión superficial como el fenómeno que presentan las superficies de los líquidos “como si fueran membranas elásticas”. Para el neófito, las propiedades de las membranas elásticas pueden ser desconocidas, por lo tanto el sentido de la definición queda opaco, y los usos cotidianos del término “elástico” (por ej. estirable, flexible) pueden, a su vez, crear problemas. Halliday menciona que definiciones con términos imbricados conforman una actividad intelectual compleja, y, a la vez, mientras mayor sea el número de términos definidos, más difícil será comprender esa definición (Halliday, 1993). La mayoría de las definiciones dadas contienen términos que a la vez requieren de explicación o definición.

5. Conclusiones y recomendaciones

Hemos examinado diferentes textos de física, para el nivel secundario, con relación tanto a su estructura pedagógica como a la utilización de formas lingüísticas. Lo que encontramos es un discurso que se presenta como dado, inmutable. Nos encontramos ante un lenguaje reificante, objetivizante que expone lo que se plantea como verdades absolutas. No se da un diálogo con el lector ni algún tipo de actividad que busque examinar sus preconcepciones, reflexione sobre ellas, incorpore nuevos elementos de conocimiento, y, a través de esto, llegue a un verdadero cambio conceptual. Ante esto, la única respuesta posible para el estudiante es la de memorizar y repetir un conocimiento incontestable y, por lo tanto, sin posibilidad de ser variado. No es de sorprender, por lo tanto, que este discurso se convierta, como afirman Lemke (1990) y Halliday & Martín (1993) en un discurso del “otro”, un discurso enajenante. Surge como meta, por lo tanto, buscar que las formas discursivas de presentación del contenido temático y la organización pedagógica se adecúen de manera tal que involucren al alumno en una actividad dialógica con los materiales que conlleven a una construcción activa de conceptos más que una repetición o memorización de definiciones pre-establecidas.

Libros de texto consultados

- (1) MOSQUEIRA ROLDÁN, S., & MARES MARTÍNEZ, R. (1994). *El hombre y la física*. Física para tercer grado. México, D.F.: Patria.
- (2) CORTÉS JUÁREZ, A., & SHIRÁSAGO Germán, R. (1994). *Física práctica*. Tercer grado de educación secundaria. México, D.F.: Fernandez Editores.
- (3) BRAUN, E., & GALLARDO, I. (1994). *Física para tercer grado*. México, D.F.: Trillas.
- (4) ALLIER, R., CASTILLO, A., & FUSE, L. (1994). *La magia de la física*. Tercero de secundaria. México, D.F.: Ediciones Pedagógicas.
- (5) RINCON ARCE, A. (1994). *ABC física*. Tercer curso de secundaria. México, D.F.: Editorial Herrero.
- (6) ROMO MARÍN, H.H., DELGADO TAMEZ, V.V., & TERRAZAS VARGAS, J.B.I. (1994). *Física*. Educación secundaria. Tercer grado. Monterrey: Ediciones Castillo.
- (7) SAYAVEDRA SOTO, R., & TARANGO FRUTOS, B. (1994). *Física*. 3er curso. Educación secundaria. México, D.F.: Santillana.
- (8) VALLEJO MARTÍNEZ, A.P. (1994). *Física*. Tercer grado. México, D.F.: Publicaciones Cultural.
- (9) ALVARENGA ÁLVARES, B., & RIBEIRO DA LUZ, A.M. (1994). *Física 2*. Tercer grado de secundaria. México, D.F.: Haria & Oxford University Press.

Referencias

- BROWN, A. L., CAMPJONE, J. C., & DAY, J. D. (1981). "Learning to learn: On training students to learn from text". *Educational Researcher*, 10, 14-21.
- CULVER, R. B. (1993). *Facets of physics. A conceptual approach*. Minneapolis/St. Paul, MN: West Publishing Company.
- DYKSTRA, D. I., BOYLE, C. F., & MONARCH, I. A. (1992). "Studying conceptual change in learning physics". *Science Education*, 76 (6), 615-652.
- FLOWERDEW, John. (1992). "Definitions in science lectures". *Applied Linguistics* 13:2, pp. 202-218.
- GIANCOLI, D. C. (1991). *Physics. Principles with applications*. Third edition. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- HALLIDAY, M.A.K. Y MARTIN, J.R. (1993) *Writing science: Literacy and discursive power*. London/Washington D.C.: Falmer Press.
- HALLIDAY, M.A.K. (1993a) "On the language of physical science". En Halliday, M.A.K & Martin, J.R. (1993), pp. 54-68.
- HALLIDAY, M.A.K. (1993b). "Some grammatical problems in scientific English". En Halliday, M.A.K & Martin, J.R. (1993), pp.69-85.
- HECHT, E. (1994). *Physics*. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole Publishing Company.
- HEWITT, P. G. (1993). *Conceptual physics*. Seventh edition. New York: Harper Collins College Publishers.
- JONES, E. R., & CHILDERS, R. L. (1990). *Contemporary college physics reading*, MA: Addison-Wesley Publishing Company.
- KARPLUS, R. (1977). "Science teaching and the development of reasoning". *Journal of Research in Science Teaching*, 14 (2), 169-174.
- KARPLUS, R. (1981a). "Educational aspects of the structure of physics". *American Journal of Physics*, 49 (3), 238-241.
- KARPLUS, R. (1981b). "Autonomy and input", *American Journal of Physics*, 49 (9), 811-815.
- KIRKPATRICK, L. D., & WHEELER, G. F. (1992). *Physics. A world view*. Forth Worth, TX: Saunders College Publishing.
- LEHRMAN, R. L. (1990). *Physics. The easy way*. Second edition. Hauppauge, NY: Barron' Educational Series.

- LEVIN, J. R., & MAYER, R. E. (1993). "Understanding illustrations in text", En B. K. Britton, A. Woodward & M. Binkley (eds.). *Leming from textbooks: Theory and practice*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- LINN, M. C. (1987). "Establishing a research base for science education: Challenges, trends, and recommendations". *Journal of Research in Science Teaching*, 24 (3), 191-216.
- MARTIN, J.R. (1993a) "Literacy in science: Learning how to handle text as technology". En Halliday, M.A.K & Martin, J.R. (1993), pp. 166-202.
- MARTIN, J.R. (1993b). "Technicality and abstraction: language for the creation of specialized texts". En Halliday, M.A.K & Martin, J.R. (1993), pp. 203-220.
- MARTIN, J.R. (1993c). "Life as a noun: arresting the universe in science and the humanities". En Halliday, M.A.K & Martin, J.R. (1993), pp. 221-267.
- MAYER, R. E. (1983). "What have we learned about increasing the meaningfulness of science prose?" *Science Education*, 67 (2), 223-237.
- MAYER, R. E. (1984). "Aids to prose comprehension". *Educational Psychologist*, 19 (1), 30-42.
- MAYER, R. E. (1993). "Comprehension of graphics in texts: An overview". *Learning and Instruction*, 3, 239-245.
- OTERO, J. (1990). "Variables cognitivas y metacognitivas en la comprensión de textos científicos: El papel de los esquemas y el control de la propia comprensión". *Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), 17-25.
- PARKER, S. P., ed. (1991). *Diccionario McGraw-Hill de física*. México: McGraw-Hill.
- ROGERS, E. M. (1960). *Physics for the inquiring mind*. Princeton, NJ: Princeton University Press, Chapter 6. *Surface tension: Drops and molecules*, pp. 87-104.
- SERWAY, R. A., & Faughn, J. S. (1992). *College physics*. Third edition. Forth Worth, TX: Saunders College Publishing.
- SEARS, F. W., Zemansky, M. W., & Young, H. D. (1987). *College physics*. Sixth edition. Reading, MA: Addison-Wesley Publishing Company.
- SHULMAN, L. S. (1986). "Those who understand teach: Knowledge growth in teaching". *Educational Researcher*, 15 (2), 4-14.
- SHULMAN, L. S. (1987). "Knowledge and teaching: Foundations of the new reform". *Harvard Educational Review*, 57 (1), 4-14.
- TRINKLEIN, F. E. (1992). *Modern physics*. Teacher's edition. Austin, TX: Holt, Rinehart and Winston.
- WILSON, J. D. (1994). *College physics*. Second edition. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- YAGER, R. R. (1983). "The importance of terminology in teaching K-12 science". *Journal of Research in Science Teaching*, 20 (6), 577-588.
- ZITZEWITZ, P. W, & MURPHY, J. T. (1990). *Physics. Principles & problems*. Fifth edition. Columbus, OH: Merrill Publishing Company.