

## Libros divulgativos en la enseñanza de la física universitaria: comparación de metodologías (2007-2017)

### Popular Science Books in Physics Teaching at University Level: Comparison of Methodologies (2007-2017)

Lucero Álvarez-Miño  
lalvarezm@unal.edu.co

Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales, Colombia

#### Resumen

El artículo discute dos metodologías implementadas en una investigación descriptiva-cualitativa, cuyo foco fue la inclusión de libros de divulgación científica en asignaturas de física de pregrado y posgrado de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. Mientras la primera metodología se basó en la lectura del libro y un cuestionario sobre el mismo, en la segunda se llevó a cabo un proceso sistemático de lectura y escritura, para cerrar la brecha entre estas dos actividades. Este cambio en la experiencia fue gracias al trabajo interdisciplinario con el programa *Lectura y escritura académicas* de la institución, LEA-UN, y conllevó a la producción de diferentes tipos de textos académicos, como ensayos críticos y unidades didácticas, por parte de los estudiantes.

**Palabras clave:** divulgación científica, libros de divulgación científica, lectura, escritura.

#### Abstract

This article discusses two methodologies implemented under a descriptive-qualitative research. The experience was based on the use of Popular Science Books in courses of Physics at undergraduate and graduate levels, at National University of Colombia, Manizales site. While the first methodology focused on the reading of the book and the resolution of a questionnaire, the second one developed a systematic process of reading and writing tasks in order to close the gap between these two activities. This experience change took place thanks to the interdisciplinary work with the institutional program *Lectura y escritura académicas*, LEA-UN, and lead to the production of different academic texts, as critic essays and didactic units, by the students.

**Key words:** Popular science book, Science popularization, reading, writing.

## Introducción

Las nuevas tecnologías de la información permiten acercar la física al público general de maneras tan diversas como series de YouTube (El minuto de la física, 2019) o laboratorios virtuales de libre acceso (PhET Interactive Simulations, 2019). Otro medio en el escenario de la divulgación científica es el libro, por ejemplo, las obras del autor ruso Yakov Perelman (1882-1942) (Mishkevich, 2003) a las que se puede acceder digitalmente gracias a la iniciativa *Libros Maravillosos* (Bravo & Barros, 2019).

En el contexto universitario, el libro de divulgación puede enriquecer el proceso enseñanza-aprendizaje mediante su lectura crítica, en la que se analicen desde los temas extra-curriculares hasta los recursos literarios presentados en la obra. Estas lecturas se incluyeron, a lo largo de una década, en cursos de Física mecánica, Física electricidad y magnetismo, Mecánica cuántica y, especialmente, en las asignaturas de posgrado Mecánica cuántica avanzada y Contenidos científicos y su enseñanza I y III de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales.

El presente artículo es resultado de esta experiencia, su objetivo es comparar las dos metodologías aplicadas para determinar sus diferencias y similitudes y, a partir de estas, establecer oportunidades de mejora. La comparación es importante porque se recurrió a investigaciones previas, (Correira & Sauerwein, 2017; Carlino, 2004; Khutorskaya, 2015) entre otras, para caracterizar las metodologías, a la vez que se hallaron opciones de mejora del trabajo con libros divulgativos. Además, el uso de la segunda metodología con dos colectivos diferentes (estudiantes de posgrado vs. Maestros de la Básica y media) permitió identificar, por ejemplo, cómo se relacionan estos individuos con la inclusión de textos divulgativos en un curso formal universitario.

El artículo presenta inicialmente generalidades sobre los libros de divulgación, después explica las dos metodologías (incluyendo ejemplos de lecturas hechas bajo cada una de ellas) para luego proceder a compararlas. La última subsección discute el trabajo con textos divulgativos por parte de dos grupos bien diferenciados, maestros de colegios y físicos, que participaron en la experiencia.

## Desarrollo

¿Qué es un libro de divulgación? No existe una respuesta unívoca a este interrogante, pues los límites entre un texto divulgativo y otros tipos de texto son, en general, difusos (Gotti, 2012). Sin

embargo, hay un consenso sobre que el objetivo principal del libro de divulgación científica es poner al alcance de un público amplio conocimiento específico de un área de las ciencias, siendo su herramienta fundamental el lenguaje. El problema del lenguaje científico, su relación con el lenguaje cotidiano y la urdimbre que puede entretenerse entre ellos han sido foco de discusión tanto de científicos, como de filósofos y periodistas de la ciencia.

De manera sucinta se pueden señalar una ventaja y una desventaja de libro de divulgación científica: la primera es su amplia cobertura, y la segunda es el uso de un lenguaje más sencillo o simplificado. Sin embargo, el problema del lenguaje no es exclusivo de la divulgación; de hecho, hay conceptos de la física que fueron nominados de manera que hasta el día de hoy causan confusión, como *la fuerza electromotriz* o *la fuerza de intercambio* (Mullin & Blaylock, 2003). Aceptando las dificultades a las que puede conllevar la tensión entre rigurosidad científica e intención de abarcar un público amplio, el uso ideal del texto divulgativo se podría resumir como lo hizo Piergiorgio Odifreddi, citado por Petrini (2006, p. 5):

Un buen libro de divulgación permitirá la inclusión de la ciencia en la vida de las personas que no necesariamente conocen el lenguaje científico, lenguaje que, precisamente, las aleja de dicho conocimiento, sin caer en el doble oxímoron: “una cultura de masas” y “una masa de cultura”.

En cuanto al uso de lecturas divulgativas en el proceso de formación, a nivel escolar han sido utilizadas desde la década de los 70 del siglo pasado en países como la ex-Unión Soviética. En su disertación para alcanzar el grado en Ciencias Pedagógicas-enseñanza de la física, la docente-investigadora Kuthorskaya (2015) estudió el uso de libros de divulgación en la escuela media y planteó tanto los requerimientos que debían cumplir dichos textos para su uso, como un modelo didáctico para su inclusión; una de sus recomendaciones fue el uso de literatura de divulgación escrita específicamente para escolares. Efectivamente, en lengua rusa no han faltado publicaciones dirigidas especialmente a niños y adolescentes (Vaganov & Samsonov, 2015); entre otras, la colección *De los científicos al escolar* y la Revista *Kvant* (2019). Por otro lado, se ha reconocido que la introducción de libros de divulgación en los diferentes niveles del sistema de educación contribuye a la diversificación de recursos didácticos que mejora la motivación de los estudiantes hacia áreas como la física (Corona Cruz, 2008).

### *Libros de divulgación en el contexto universitario*

Un primer análisis de esta práctica se presentó en el II Encuentro Nacional sobre Enseñanza de las ciencias exactas y naturales, realizado en la ciudad de Pereira, Colombia, con la ponencia titulada *Libros de divulgación como herramienta en la enseñanza de la Física* (Álvarez Miño, 2010, septiembre). Hasta esa fecha se había evidenciado que los textos divulgativos permiten:

- Abordar conceptos de la física desde la perspectiva histórico-epistemológica, que los libros formales de texto omiten generalmente.
- Complementar información con descripciones más detalladas de, por ejemplo, experimentos o relaciones con otras áreas del conocimiento.
- Reflexionar sobre el lenguaje cotidiano y el científico.

Estos beneficios alcanzados con la inclusión de libros de divulgación son precisamente algunas de las carencias de los libros de texto señalados por Joan Josep Solaz-Portolés (2010) y quien concluye que “la imagen de la ciencia que los libros de texto proporcionan es distorsionada y fruto del vacío histórico y filosófico que muestran sus páginas” (p. 76).

A partir del año 2014 se dio un cambio metodológico, con la colaboración del programa (Lectura y escritura académicas de la Universidad Nacional de Colombia, (LEAUN, 2019) que se sustentó en dos pilares: primero, la lectura y la escritura son un todo y, segundo, la preparación de los profesionales en la producción de textos académicos de calidad; algunos textos elaborados en el marco del programa fueron publicados en formato digital recientemente (NABU. Revista electrónica de alfabetización académica, 2019). A continuación, se presentan las dos metodologías utilizadas para la inclusión de libros de divulgación, en el periodo 2007-2017, en los cursos de física enumerados en la introducción.

#### *Metodología I (2007-2013)*

Los libros utilizados bajo esta metodología se presentan en la Tabla 1; mientras las fases de esta se pueden resumir así (Álvarez Miño, 2010, septiembre):

1. Elección del libro por parte de la docente.
2. Definición de la fecha para la cual la lectura debía estar culminada.
3. Entrega de un cuestionario, diferente para cada estudiante, elaborado por la docente.

4. Realización de una mesa redonda o foro (generalmente con invitación extendida a toda la comunidad), alrededor de una semana después de la entrega del cuestionario resuelto por parte de los estudiantes y luego de la revisión del mismo por la profesora.

En algunos casos se detectó que algunos discentes realizaban lectura parcial del libro, según las preguntas que les correspondían; este hecho se evidenció durante las mesas redondas cuando no enlazaban sus respuestas con otras secciones o temas también tratados en el libro elegido.

Año- semestre	Asignatura Programa curricular	Libro
2007-I	Física I (mecánica) Ingeniería física	“Manualito imposturología física”, Fernando Vallejo, Editorial Taurus, 2005.
2008-I	Mecánica cuántica avanzada Maestría en Ciencias-física	“Quantum Physics: Illusion or reality? “, Alastair Rae, Cambridge University Press, 1986.
2008-II	Mecánica cuántica avanzada Maestría en Ciencias-física	La Danza de los Maestros, Gary Zukav, Editorial Argos Vergara S.A, Barcelona, 1981.
2009-I	Mecánica cuántica avanzada Maestría en Ciencias-física	A través del Maravilloso Espejo del Universo, John P. Briggs y F. David Peat, Editorial Gedisa S.A, Barcelona, 1989.
2010-I	Mecánica cuántica avanzada Maestría en Ciencias-física	La naturaleza estadística de la teoría de los cuantos, Leopoldo García-Colin Scheler, Universidad Autónoma Metropolitana, 1987.
2010-II	Mecánica cuántica avanzada Maestría en Ciencias-física	La guerra de los agujeros negros. Una controversia Científica sobre las leyes últimas de la Naturaleza, Leonard Susskind, Editorial Crítica, Barcelona, 2009.
2012-I	Física electricidad y magnetismo Ingenierías	De la brújula al espín: el magnetismo, Julia Tagüeña y Esteban Martina—3ª ed. - - México: FCE, SEP, CONACyT, 2003.
2012-II	Contenidos científicos y su enseñanza Maestría en enseñanza de las ciencias exactas y naturales	Preguntas para una nueva educación, William Ospina ponencia en el Congreso iberoamericano de educación Metas 2021, Buenos Aires, Argentina, 2010.
2013-II	Mecánica cuántica avanzada Maestría en Ciencias-física	“The New World of Mr. Thompkins”, George Gamov y Rusell Stannard, Cambridge University Press, Re edición 2002.

Tabla 1. Compilación libros de divulgación trabajados en el periodo 2007-2013- Metodología I.

En resumen, la metodología I se basó en tres momentos: lectura del libro (o parte de él), redacción de las respuestas (escritura) y, finalmente, presentación oral-discusión-. Esta última actividad resultó ser la más retadora para los participantes, especialmente cuando asistían estudiantes de otros cursos o programas que con sus preguntas provocaban reflexiones más profundas alrededor de conceptos de la física; en esta fase (final del semestre lectivo) ya contaban con un modelo mental más cercano al modelo de la comunidad científica y podían confrontar sus propias ideas previas con su nuevo modelo mental.

### Ejemplo metodología I: “Manualito de imposturología física”

El escritor, colombo-mexicano, Fernando Vallejo es conocido por sus posturas irreverentes y controversiales. Su “Manualito de imposturología física” (Vallejo, 2005) no fue la excepción y en la comunidad de físicos colombianos causó más malestar que aceptación. Sin embargo, exponer jóvenes de segundo semestre de Ingeniería física a un libro tan provocador conllevó a, tal vez, la más activa de las mesas redonda, moderada por la docente siguiendo las preguntas formuladas en el respectivo cuestionario. También el “Manualito” incitó a la reflexión y a que los participantes tomaran posturas con respecto a aseveraciones del autor, facilitando la perspectiva de reforma social de la enseñanza, según la categorización de Pratt y Collins (2000). Por ejemplo, Vallejo duda de leyes fundamentales de la física, como la de gravitación universal, y realiza algunas operaciones algebraicas que sirvieron para poner a prueba a los 17 estudiantes, quienes tuvieron dificultades en hallar el error en la página 36 (figura 1) del manualito.

$$F = G m_1 m_2 / d^2$$

$$F = m a$$

y dado que dos cantidades iguales a una tercera son iguales entre sí, entonces:  $G m_1 m_2 / d^2 = m a$   
podríamos despejar la aceleración...El signo igual hace milagros.”

Figura 1. Extracto de la página 36 del *Manualito de imposturología física* (Vallejo, 2005)

La lectura del *Manualito de imposturología física* también permitió el uso del error desde su perspectiva constructiva, como señala el docente Saturnino De la Torre (2004): “procedimientos didácticos inciden en la actividad del sujeto para, siguiendo procesos semejantes a la ciencia, llegar a redescubrir aquellos contenidos culturales que están a su nivel”. (p. 9)

### Metodología II (2014-2017)

En el segundo semestre de 2014, Tabla 2, la autora incluyó varios de los cursos a su cargo en el programa LEA-UN, que ya llevaba funcionando en la Universidad Nacional de Colombia desde el segundo periodo de 2010. El cambio metodológico central fue que la lectura paulatina se acompañó de tareas de escritura posibilitadoras o intermedias, que confluyeron en una tarea final comunicativa. El objetivo de las tareas intermedias es concienciar sobre el proceso de escritura y sus etapas: planeación, preparación, escritura, edición y revisión. La orientación de LEA-UN busca superar el “error” de asumir la lectura y la escritura como tareas independientes, siguiendo el espíritu de Freire (2010): “Uno de los errores que cometemos es el de dicotomizar el leer del escribir...”

“Esta dicotomía entre leer y escribir nos acompaña siempre, como estudiantes y como maestros.”  
(p.55)

Las etapas de la nueva metodología fueron:

1. Elección del texto divulgativo, en general, por parte de la docente.
2. Definición del cronograma de las tareas intermedias y de la tarea comunicativa final.
3. Lectura del texto divulgativo simultáneamente con la realización y evaluación de las tareas intermedias.
4. Elaboración del documento final, al menos con una versión preliminar.

Año- semestre	Asignatura Programa curricular	Libro o artículo	Escrito académico (tarea final)
2014-II	Mecánica cuántica avanzada Maestría en Ciencias- física	“El camino a la realidad. Una guía completa a las leyes del Universo”, Roger Penrose, Editorial Debate, 2006.	Reseña crítica
2015-II	Mecánica cuántica avanzada Maestría en Ciencias- física	“El universo cuántico: Y por qué todo lo que puede suceder, sucede”, Brian Cox y Jeff Forshaw, editorial Debate, 2014.	Ensayo crítico
2015-II	Contenidos científicos y su enseñanza Maestría en enseñanza de las ciencias exactas y naturales	“Crear competencias para pensar las ciencias (Hacia una enseñanza universitaria sin aprendizaje)”, Gonzalo Arcila Ramírez, Esperanza Gaona, Bogotá, Ediciones desde abajo, 2006.	Informe final de lectura
2016-I	Mecánica cuántica avanzada Maestría en Ciencias- física	“Qué es la mecánica cuántica”, Fidel Schaposnik, ed. Paidós, 2016.	Ensayo crítico
2016-I	Contenidos científicos y su enseñanza Maestría en enseñanza de las ciencias exactas y naturales	“La investigación como estrategia pedagógica, una propuesta desde el Sur”, Marco Raúl Mejía J. y María Elena Manjarrés, Ediciones Desde abajo, Bogotá, 2014.	Ensayo crítico
2016-II	Mecánica cuántica avanzada Maestría en Ciencias- física	Cada estudiante eligió un artículo divulgativo. Ej: Teletransportación cuántica, Sergio de Régules, ¿Cómo ves? N°49, 2002. Micro, macro, quente e frio, Ciência Hoje, 2013.	Reseña crítica
2017-I	Contenidos científicos y su enseñanza Maestría en enseñanza de las ciencias exactas y naturales	Artículos divulgativos de la revista Innovación y Ciencia (Asociación colombiana para el avance de la ciencia, ACAC)	Unidad didáctica



2017-II	Contenidos científicos y su enseñanza Maestría en enseñanza de las ciencias exactas y naturales	“17 ecuaciones que cambiaron al mundo”, Ian Stewart, editorial Crítica, 2013.	Unidad didáctica
---------	--	---	------------------

Tabla 2. Compilación libros de divulgación trabajados en el periodo 2014-2017-Metodología II.

*Ejemplo metodología II: Elaboración de unidades didácticas a partir de textos divulgativos*

En este caso, el trabajo se realizó con maestros de educación básica (primaria y secundaria) y media, inscritos en el curso *Contenidos científicos y su enseñanza-física* (Maestría en Ciencias-física Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales). Se decidió que la tarea final comunicativa sería una unidad didáctica y la temática de la misma se basó en un capítulo del libro *Las 17 ecuaciones que cambiaron el mundo* (Stewart, 2013). Dado que el curso de *Contenidos científicos* maneja una metodología semipresencial, las tareas posibilitadoras fueron pocas, y se reforzó el trabajo con un taller, orientado por la profesional a cargo de LEA UN (lingüista María del Pilar Hurtado), sobre preparación para la escritura. Las unidades didácticas se elaboraron en dos entregas, preliminar y final, con sus respectivas retroalimentaciones por parte de la docente y de la lingüista. Algunas de las unidades didácticas fueron:

- El extraño mundo de la mecánica cuántica. La ecuación de Schrödinger, grado undécimo (Olarde Rodríguez, 2017, noviembre).
- Información Códigos y símbolos para la comunicación, grados octavo y noveno (Ramírez, 2017, noviembre).
- Un teorema que nos volvió la vida a triángulos, grado quinto (Herrera Marín, 2017, noviembre).

La elaboración de una unidad didáctica implicó un ejercicio de re-escritura y re-contextualización, a partir de un texto que de por sí ya era una adaptación. Como señala Maurizio Gotti (2012), un texto divulgativo es como una traducción solo que mientras este término se asocia a un proceso interlingüístico, los textos divulgativos son resultado de uno, generalmente, intralingüístico. Así los docentes debieron realizar una *traducción intralingüística* y para facilitar dicha tarea se aconsejó una estructura mínima de la unidad con título, eje organizador, competencias básicas, objetivos, contenido, actividades de aprendizaje, recursos materiales, organización del espacio y el tiempo, evaluación. Además de presentar un tema novedoso, los maestros debieron desarrollar la unidad acorde al grado de escolaridad en el que eventualmente varios de ellos la aplicaron.



### Comparación de las metodologías

Las etapas de las dos metodologías, utilizadas para la inclusión de artículos/libros de divulgación, se esquematiza en la figura 2. Se puede observar que mientras la Metodología I es claramente lineal, la segunda tiene momentos de retroalimentación configurando un proceso con ciclos. Además, la Metodología II es más variada en sus textos académicos, en oposición a la Metodología I cuya única actividad de escritura fue un cuestionario.

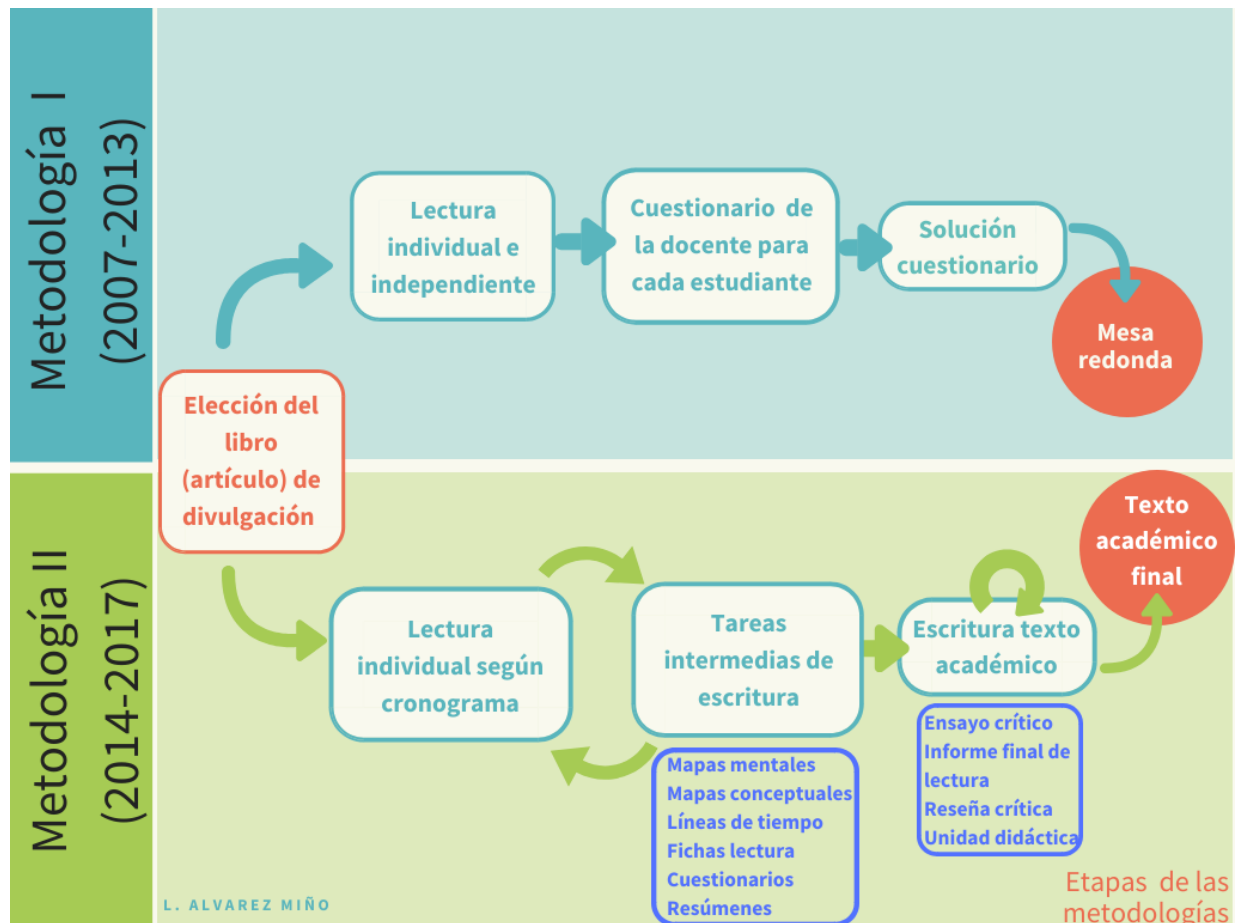


Figura 2. Esquema de las etapas de las dos metodologías.

Por otro lado, el diagrama de Venn (figura 3) resume las similitudes y diferencias de las metodologías. Entre las características comunes están la tipología de la lectura como pretexto, así catalogada cuando previamente se define una actividad a realizar a partir de lo leído. Como señalan Correira y Sauerwein (2017), determinar una finalidad de la lectura predispone la interlocución lector-texto. Asimismo, ambas metodologías conllevaron dos aproximaciones al texto: la primera, de informarse a partir de lo allí contenido y, la segunda, de ampliarlo. Cabe

señalar que en la metodología II (2014-2017), las tareas intermedias fueron más enfocadas a la primera aproximación, mientras la elaboración del texto final implicó “ir más allá” de lo expuesto en el libro divulgativo (Khutorskaya, 2015). Entonces, el recurso del libro divulgativo permite explorar dos dimensiones: la disciplinar, a través del conocimiento del origen, desarrollo y aplicación de conceptos de la física; y la formación de lectores-escritores.



Figura 3. Diagrama de Venn que muestra las características comunes y especificidades de cada metodología.

Además, la metodología II incluyó el uso de rúbricas, elaboradas conjuntamente con el programa LEA-UN, que se socializaron previamente a las entregas de los documentos académicos, para brindar un control del proceso de escritura por parte de los estudiantes. La revisión con matrices se digitalizó, en ocasiones, con la herramienta correspondiente en *Turnitin*, plataforma a la que tiene acceso la Universidad Nacional de Colombia. También en la más reciente metodología algunas de las lecturas fueron coordinadas con la plataforma *Moodle*, lo que permite evaluar el proceso en su conjunto al final del proceso.

### *Oportunidades de mejora*

De la comparación realizada entre las metodologías, se observa que la segunda se puede enriquecer con actividades de oralidad (mesas redondas, foros), para aglutinar las cuatro habilidades del lenguaje humano: leer, escribir, hablar y escuchar. Además, de lo discutido anteriormente, se concluye que, aunque se elaboraron diferentes tipos de textos que abordaron diferentes temas, faltó enfatizar el destinatario de los mismos (con excepción de las Unidades didácticas). Entonces, otra oportunidad de mejora está en claramente indicar el potencial lector (Reale, 2010).

También, y de acuerdo con lo expuesto por Paula Carlino en su artículo *La distancia que separa la evaluación escrita frecuente de la deseable* (Carlino, 2004), es pertinente que los estudiantes lean los textos de sus compañeros, es decir, considerar una revisión de pares, además de la del experto (docente). Por último, es posible, a partir de la información consignada en la plataforma Moodle, construir un plan de mejora del proceso de lecto-escritura alrededor de un libro divulgativo.

### *Análisis por tipo de grupo*

Para complementar la discusión de la metodología II, es pertinente analizar los grupos involucrados. Por un lado, Mecánica cuántica avanzada fue cursada por estudiantes tanto de Ingeniería física de últimos semestres como de la Maestría en Ciencias-física, mientras Contenidos científicos y su enseñanza-física por maestros de colegio que no necesariamente se formaron en física. A pesar de pertenecer a diferentes comunidades académicas, y de que en el caso de Contenidos científicos y su enseñanza es más preciso hablar de formación de formadores, las similitudes ante el trabajo con libros de divulgación fueron:

- En los dos grupos la lectura fue tipo pretexto.
- Gracias a la realización de talleres apoyados por LEA-UN, tanto profesionales en física como maestros reconocieron la importancia de la práctica continua de la lecto-escritura y de que su mejoramiento es ilimitado. En general, como señalan Correira & Sauerwein (2017), quienes han aprendido “algo” de un texto divulgativo generalmente involucrarán esta práctica en su vida profesional y/o en su vida cotidiana.
- Estas lecturas complementarias abrieron la puerta a discusiones sobre la polisemia de los términos científicos. La dificultad en la asimilación de conceptos en ciencias, debido a la

ambivalencia entre el lenguaje cotidiano y el científico, ha sido estudiada en el contexto Iberoamericano por Teixidó (2012) y Correia y Sauerwein (2017). En este sentido, los textos divulgativos pueden contribuir a aclarar el significado de un término en el contexto científico.

La actitud hacia la inclusión de libros de divulgación fue un elemento diferenciador entre los dos grupos. Por un lado, los estudiantes de pregrado y posgrado en física reconocieron en esta actividad una oportunidad de: mantenerse actualizados, abordar desde otra perspectiva conceptos fundamentales, ampliar su comprensión de la física no solo en un marco histórico sino también social. Estas oportunidades coinciden con las funciones de la lectura de divulgación científica, como en el trabajo de Correia y Sauerwein (2017). Además, como señalara Albert Einstein (2003) en su “Física y realidad” de 1936, los físicos son los llamados a reflexionar sobre los fundamentos de esta ciencia. Por su parte los maestros se acercaron inicialmente a la actividad como un requisito del curso. Sin embargo, esa actitud cambió en la mayoría y asumieron entonces la lectura del material divulgativo como un reto cognitivo: pasar de ser un lector a un autor para un grupo específico de potenciales lectores, sus propios estudiantes. En conclusión, mientras para los físicos un libro divulgativo es una oportunidad de abordar el aspecto histórico-epistemológico de un concepto, para los maestros es un punto de partida para la elaboración de un recurso adaptado al contexto educativo en el que labora, explorando la posibilidad de transposición didáctica (Zanotello & Monteiro de Almeida, 2013).

## Conclusiones

La inclusión de lecturas de libros y artículos de divulgación en cursos de física de la educación superior, independientemente de la metodología seguida, ha mostrado ser una herramienta atractiva para la incursión en temáticas de esta disciplina. Sin embargo, reconocer la lectoescritura como un único proceso, como se hizo con la Metodología II, conllevó a una experiencia más rica, en el material producido; más participativa, involucrando a los estudiantes desde el comienzo en actividades de escritura; y más sistemática, con retroalimentación en cada etapa. Este reenfoque se dio gracias a las pautas recomendadas por el programa LEA-UN.

Por otro lado, la aplicación de dos metodologías en el uso de libros de divulgación científica permitió identificar, a partir de su comparación, fortalezas y debilidades para mejorar el trabajo que se ha llevado a cabo hasta la fecha. Así, entre las mejoras y perspectivas del trabajo se

encuentran: incluir otras habilidades comunicativas como la oralidad; involucrar a los estudiantes como pares-revisores; y a partir de la información que se recoge, estudiar cambios conceptuales que pueden provocar los textos de divulgación.

### Referencias bibliográficas

- Álvarez, L. (2010, septiembre). Libros de divulgación como herramienta en la enseñanza de la física. Pereira: Ponencia oral en el II Encuentro Nacional sobre Enseñanza de las ciencias exactas y naturales.
- Bravo, P. & Barros, A. (2019). Libros maravillosos: <http://www.librosmaravillosos.com/>
- Carlino, P. (2004). La distancia que separa la evaluación escrita frecuente de la deseable. *Acción Pedagógica*. 1(1), 8-17.
- Corona, A. (2008). ¿Qué hace al buen maestro?: La visión del estudiante de ciencias físico matemáticas. *Latin-American Journal of Physics Education* 2, 148-151.
- Correia, D. & Sauerwein, I. (2017). As leituras de textos de divulgação científica feitas por licenciadas no estágio supervisionado em física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. 1-16. Recuperado de <http://www.scielo.br/r>
- De la Torre, S. (2004). *Aprender de los errores. El tratamiento didáctico de los errores como estrategias innovadoras*. Buenos Aires: Editorial Magisterio del Río de La Plata.
- Einstein, A. (2003). Physics & reality. *Daedalus*. 132(4), 22-25.
- El minuto de la física*. (2019). Obtenido de <https://www.youtube.com/user/minutodefisica>
- Freire, P. (2010). Enseñar-aprender. Lectura del mundo-lectura de la palabra. En P. Freire, *Cartas a quien pretende enseñar. Primera carta*. (45-59). Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores.
- Gotti, M. (2012). La riiscrittura del testo da specialistico a divulgativo. *Altre modernità*, 145-159.
- Herrera, V. (2017, noviembre). Un teorema que nos volvió la vida a triángulos. Unidad didáctica presentada en el curso Contenidos científicos y su enseñanza I, Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales.
- Khutorskaya, L. N. (2015). Ispolzovanye dopolnitelnoj literaturi po fizike v uchevnom protsesse. Avtoreferat dicertatsii na soiskanie ucheonj stepeni kandidata pedagogicheskikh nauk. 1970.

Nauchno metodicheskoe izdanie Nauchnoj shkoli A. V. Khutorskogo., 1-22. Recuperado de <http://eidos-institute.ru/journal>

Mishkevich, G. (16 de julio de 2003). Doktor zanimatel'nih nauk: Zhizn i tvortchestva Yakova Isidorovicha Perel'mana. Recuperado de <http://n-t.ru/ri/ms/dz.htm>

Mullin, W. J. & Blaylock, G. (2003). Quantum statistics: Is there an effective fermion repulsion or boson attraction? *American Journal of Physics*. 71(12), 1223-1231.

Nauchno-populiarnij fiziko-matematicheskij zhuzhnal "Kvant". (2019). Recuperado de <http://kvant.mccme.ru/>

Olarte, J. C. (2017, noviembre). El extraño mundo de la mecánica cuántica. La ecuación de Schrödinger. Unidad presentada en el curso Contenidos científicos y su enseñanza I, Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales.

Petrini, E. (2006). *Il linguaggio scientifico*. Pisa. Recuperado de <http://fox.dm.unipi.it/perfezionamento2006/documenti/PetriniRelLab1IIIlinguaggioScientifico.pdf>

Pratt, D. D. & Collins, J. B. (2000). The Teaching Perspectives Inventory (TPI). Adult Education Research Conference (págs. 1-5). Vancouver: Kansas State University Libraries New Prairie Press, <https://newprairiepress.org/aerc/2000/papers/68/>.

Ramírez, I. A. (2017, noviembre). Información Códigos y símbolos para la comunicación. Unidad presentada en el curso Contenidos científicos y su enseñanza I, Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales.

Reale, A. (2010). *El taller de lectura y escritura en el inicio de los estudios superiores*. Buenos Aires: Proyecto Editorial.

Solaz, J. (2010). *La Naturaleza de la ciencia y los libros de texto de ciencias: Una revisión*. *Educación XXI*, 13(1).

Stewart, I. (2013). *17 ecuaciones que cambiaron al mundo*. Barcelona: Crítica.

Teixidó, C. M. (2012). Divulgar o vulgarizar: El problema del lenguaje. En G. Pinto & M. Martín. *Enseñanza y divulgación de la física y la química*. (17-24). Madrid: Ibergarceta.

Universidad Nacional de Colombia. (2019). LEAUN. <http://lea.unal.edu.co/>

Universidad Nacional de Colombia, Manizales. (19 de febrero de 2019). NABU. Revista electrónica de alfabetización académica. Manizales, Colombia. Recuperado de [http://diracademica.manizales.unal.edu.co/fileadmin/user\\_upload/DirAcademica/Rrevista\\_electronica\\_NABU.pdf](http://diracademica.manizales.unal.edu.co/fileadmin/user_upload/DirAcademica/Rrevista_electronica_NABU.pdf)

University of Boulder. (2019). PhET Interactive Simulations. <https://phet.colorado.edu/es/>

Vaganov, A. & Samsonov, A. (2015). *Top 100 libros de divulgación científica de todos los tiempos en ruso*. Recuperado de <http://www.ecolife.ru/exlibris/41856/>

Vallejo, F. (2005). *Manualito de imposturología física*. Bogotá: Alfaguara.

Zanotello, M. & Monteiro de Almeida, M. (2013). Leitura de um texto de divulgação científica em uma disciplina de física básica na educação superior. *Revista Ensaio*. 15(3), 113-130.