

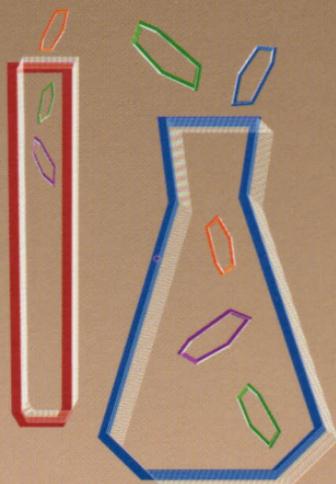


Editorial Universidad de Antioquia

# La experimentación y el desarrollo del pensamiento físico

Un análisis histórico y epistemológico  
con fines didácticos

Ángel Enrique Romero Chacón  
Yirsen Aguilar Mosquera



Investigación / Educación

La experimentación y el desarrollo del pensamiento físico: un análisis histórico y epistemológico con fines didácticos se fundamenta en los aportes de la historia y la filosofía de las ciencias para discutir asuntos clave en la enseñanza de la física como son: la relación teoría-experimentación; el rol de los instrumentos y los procesos de medida; las formas alternativas de experimentación como la cualitativa, la exploratoria y la mental; la medición de magnitudes físicas como la temperatura; y las implicaciones didácticas de estos asuntos por medio de ejemplificaciones de situaciones en el aula.

Esta obra, producto de la investigación del mismo nombre, adelantada por el grupo de investigación Estudios Culturales sobre las Ciencias y su Enseñanza —ECCE— de la Universidad de Antioquia, pretende contribuir a que los profesores de ciencias construyan puntos de vista alternativos de análisis y de procedimiento en la actividad experimental que les posibilite fundamentar la elaboración de materiales didácticos en cursos de ciencias de secundaria y en cursos introductorios de física de programas de formación de profesores, y en otros grados universitarios.



Disponible también  
en **e-book**



# La experimentación y el desarrollo del pensamiento físico

Un análisis histórico  
y epistemológico con fines  
didácticos

Romero Chacón, Ángel Enrique, 1968-

La experimentación y el desarrollo del pensamiento físico:  
un análisis histórico y epistemológico con fines didácticos /  
Ángel Enrique Romero Chacón, Yirsen Aguilar Mosquera. --  
Medellín : Editorial Universidad de Antioquia, 2013.

186 p. : il. ; 18 cm. -- (Investigación / Educación)

Incluye bibliografía.

ISBN 978-958-714-594-6

1. Ciencia - Investigaciones 2. Experimentación científica  
3. Conocimiento científico 4. Investigación científica 5. Teoría  
del conocimiento I. Aguilar Mosquera, Yirsen II. Tit. III. Serie.  
500 cd 21 ed.

A1428391

CEP-Banco de la República-Biblioteca Luis Ángel Arango

# **La experimentación y el desarrollo del pensamiento físico**

**Un análisis histórico  
y epistemológico con fines  
didácticos**

**Ángel Enrique Romero Chacón  
Yirsén Aguilar Mosquera**

**Investigación / Educación  
Editorial Universidad de Antioquia®**

Colección *Investigación/Educación*

© Ángel Enrique Romero Chacón, Yirsén Aguilar Mosquera

© Editorial Universidad de Antioquia®

ISBN 978-958-714-594-6

Primera edición: diciembre de 2013

Diseño de cubierta: Carolina Velázquez Valencia, Imprenta Universidad de Antioquia

Diagramación: Luisa Fernanda Bernal Bernal, Imprenta Universidad de Antioquia

Coordinación editorial: Gonzalo Montoya Velásquez

Impresión y terminación: Imprenta Universidad de Antioquia

Impreso y hecho en Colombia/Printed and made in Colombia

Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio o con cualquier propósito, sin la autorización escrita de la Editorial Universidad de Antioquia®

Editorial Universidad de Antioquia®

Teléfono: (574) 219 50 10. Telefax: (574) 219 50 12

Correo electrónico: [editorial@udea.edu.co](mailto:editorial@udea.edu.co)

Sitio web: <http://editorial.udea.edu.co>

Apartado 1226. Medellín, Colombia

El contenido de la obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos contenidos en la obra, así como por la eventual información sensible publicada en ella.

# Contenido

<b>Presentación .....</b>	<b>xi</b>
<b>Capítulo 1. La experimentación en la enseñanza de las ciencias .....</b>	<b>1</b>
Introducción. El problema de la experimentación en ciencias.....	1
El papel de la experimentación en la enseñanza y el aprendizaje de la física.....	8
La experimentación en los procesos de formación de profesores de ciencias.....	13
Los usos de la historia y la filosofía de las ciencias en la educación en ciencias .....	21
<b>Capítulo 2. Las imágenes del conocimiento científico y su relación con la actividad experimental .....</b>	<b>28</b>
La perspectiva clásica de la filosofía de la ciencia: dicotomía entre teoría y experimentación .....	29
Perspectiva sociohistórica de la dinámica científica .....	32
Perspectiva sociocultural de la dinámica y la producción científica .....	37

Un nuevo rol para la experimentación en ciencias .....	43
Sobre la perspectiva fenomenológica del mundo físico y la construcción de explicación científica .....	50

**Capítulo 3. Hacia formas alternativas de  
conocimiento: nuevas formas de reorganización,  
de representación y de asumir la relación**

<b>teoría-experimentación .....</b>	<b>55</b>
Representación de magnitudes físicas en el siglo XVIII. La perspectiva de Euler .....	55
El carácter reestructurador de los principios en la reorganización del conocimiento propuesta por Mayer.....	65
Principios de causalidad e indestructibilidad.....	68
Principio de convertibilidad.....	69
La experimentación cualitativa y la experimentación exploratoria.....	70
La experimentación mental y el establecimiento de premisas necesarias para las explicaciones científicas .....	75
Situación 1. La independencia del peso en la caída de los cuerpos en Galileo .....	79
Situación 2. Newton y el espacio absoluto .....	81
El carácter representativo de los conceptos físicos: el caso del tiempo y el espacio absoluto en Euler .....	84

<b>Capítulo 4. Medición de magnitudes físicas .....</b>	<b>90</b>
El problema de la medición .....	90
¿Qué significa medir una propiedad física? .....	92
Clasificación y ordenación como procesos fundamentales de la medición .....	94

Magnitudes extensivas y magnitudes intensivas .....	98
La medición de la temperatura.....	107
Fenomenología de lo térmico.....	108
La medición de la temperatura en la perspectiva usual .....	110
Hacia una conceptualización de la temperatura y su cuantificación.....	115
Hacia la construcción del concepto de calor .....	123
El fenómeno térmico desde la perspectiva de sistemas y variables .....	125
<b>Capítulo 5. Discusiones y reflexiones en el contexto de la enseñanza. Elementos para propuestas didácticas .....</b>	<b>128</b>
La construcción de fenomenologías. El papel del instrumento .....	128
Procesos de identificación y representación de propiedades físicas.....	136
Un rol para la experimentación mental en el aula .....	142
Algunos casos que ejemplifican situaciones de aula .....	144
Caso uno. La fuerza como interacción entre cuerpos ..	144
Caso dos. La aceleración de un cuerpo que desciende por un plano inclinado.....	146
Caso tres. Choque inelástico de cuerpos .....	147
<b>Notas .....</b>	<b>155</b>
<b>Referencias bibliográficas .....</b>	<b>161</b>

## Presentación

En el presente libro se recoge gran parte de los productos de la investigación titulada “La experimentación y el desarrollo del pensamiento físico. Un análisis histórico y epistemológico con fines didácticos”, llevada a cabo entre el 2009 y el 2011, con el auspicio de la Universidad de Antioquia (Medellín, Colombia). La investigación tuvo como espacio de implementación y reflexión algunos cursos de las Licenciaturas en Matemáticas y Física y en Educación Básica, énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, y de la Maestría en Educación, línea de Educación en Ciencias Naturales, de la Universidad de Antioquia.

Tomado como fundamento los aportes de la historia y la filosofía de las ciencias, la investigación tuvo como propósito general adelantar una revisión documental y una reflexión crítica sobre el rol de la experimentación en su relación con la actividad científica, que contribuye a identificar perspectivas alternativas de análisis y formas de proceder en la actividad experimental que fundamenten el diseño y la producción de material didáctico para pro-

fesores de física de secundaria y de cursos introductorios de física en programas de formación de profesores.

Los análisis históricos y epistemológicos adelantados, al igual que los lineamientos para propuestas didácticas discutidos, sin duda contribuyen a desvirtuar aquella clásica imagen del conocimiento científico a partir de la cual se ha propiciado conjuntamente una clara disociación entre la teoría y el experimento, y una separación entre estas dos dimensiones de la actividad científica con el sujeto que experimenta. Se espera que tales reflexiones tengan significativo impacto educativo en la enseñanza de la física, en la medida en que se asume que pensar y abordar el problema de la enseñanza de esta disciplina están necesariamente determinados y condicionados por la particular relación que el docente establece con el saber que enseña: la física. En particular, por medio de estos análisis y reflexiones se pretende favorecer la experimentación como una actividad en estrecha relación con las construcciones conceptuales y, en consecuencia, íntimamente ligada a la constitución de maneras alternativas de organización y comprensión de los fenómenos físicos.

En este sentido, el texto en su conjunto está dirigido a aquellas personas que por su formación o gusto se inquieten en indagar por la problemática de la experimentación en las ciencias naturales y sus implicaciones en la enseñanza de las ciencias.

En el capítulo 1, se examina la problemática de la experimentación en la enseñanza, resaltándose la marcada ten-

del conocimiento. Se examina el modo de representación de las magnitudes físicas planteado por Euler en el siglo XVIII, y la manera particular propuesta por Mayer de significar la causalidad como función, atendiendo a los cambios acaecidos a mediados del siglo XIX. Igualmente se resalta el rol que cumple la actividad experimental a partir de un análisis crítico de varios tipos de experimentación: cualitativa, exploratoria y mental.

En el capítulo 4 se aborda el problema de la medición de magnitudes, a partir de la reflexión sobre lo que significa medir una propiedad física. Se muestra cómo la forma de asumir la medición determina una particular manera de concebir el papel del experimento en física. Esta reflexión teórica es ejemplificada a partir de la medición de la temperatura como caso particular.

Finalmente, en el capítulo 5 se discuten algunas implicaciones didácticas. Se presentan, para el contexto de la enseñanza, algunas reflexiones y discusiones sobre la construcción de fenomenologías, procesos de identificación y representación de propiedades físicas y un rol para la experimentación mental en el aula. Sobre este último aspecto, se ilustran casos que ejemplifican situaciones de aula, los cuales pueden constituirse en fuente para propuestas didácticas.