

# FISICA 2



**Autor: Hugo Medina Guzmán**  
**Profesor de la Pontificia Universidad Católica del Perú**  
**Agosto 2009**

## PRESENTACIÓN

Me agradó saber que Hugo Medina Guzmán estaba por publicar un texto sobre Física. Había dos razones suficientes para este sentimiento. Por un lado, tenía curiosidad de saber lo que podría aportar un texto más de Física sobre los otros ya disponibles. Por otro lado, conozco de la larga carrera de Hugo Medina como cultor de la enseñanza de [a Física, y tenía curiosidad de ver cómo este compromiso como docente y experiencia se manifestarían en su texto. Tuve la suerte de conocer al Ing. José Castro Mendívil en su taller, donde desplegó una destacada labor en el diseño y construcción de equipo de laboratorio para la enseñanza de la Física. Considero que Hugo es un digno discípulo del Ing. Castro Mendívil e igualmente ha dedicado una fracción considerable de su tiempo a la docencia, y al diseño y construcción de equipo de laboratorio para resaltar los conceptos básicos de la Física.

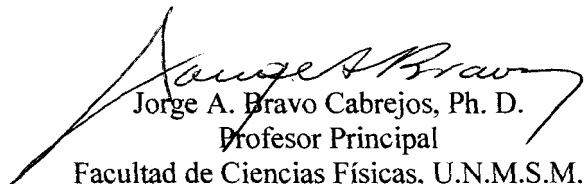
He revisado el contenido de este texto y veo con gran satisfacción que su autor utiliza un enfoque muy acertado. Toma como punto de partida una observación experimental y a partir de allí desarrolla los conceptos físicos que permiten interpretar esta observación utilizando la formulación matemática más sencilla. Todo esto lo hace con el detalle suficiente de manera que el lector pueda seguir el argumento lógico con facilidad. Considero que éste es un gran aporte de este texto. Este enfoque contrasta con textos que enfatizan la formulación matemática y dejan al alumno huérfano de una orientación para aplicarla a una realidad física concreta.

El contenido de temas de la Física General que son desarrollados en este texto se ajusta al programa de estudios de la PUCP. El desarrollo de cada tema incluye ejemplos bien seleccionados que son desarrollados con un detalle muy esmerado. Al final de cada capítulo se incluye un conjunto de preguntas y problemas propuestos; se incluye las respuestas.

Algunos problemas plantean configuraciones complejas pero que contienen ciertas propiedades de simetría que permiten su reducción a configuraciones sencillas. Al final del texto encontramos un listado de referencias bibliográficas a un buen número de textos de Física General que han servido de consulta al autor.

En general, considero que este texto constituye una representación gráfica de la obra cotidiana que Hugo ha venido desarrollando durante su carrera docente y, por lo tanto, es un aporte muy valioso para la comunidad académica y público en general.

Lima, julio de 2007



Jorge A. Bravo Cabrejos, Ph. D.  
Profesor Principal  
Facultad de Ciencias Físicas, U.N.M.S.M.

## PRÓLOGO

Los estudiantes a menudo se preguntan por qué llevan un curso de Física. La mejor razón por la que se estudia Física es porque proporciona un método coherente y lógico para comprender el mundo que nos rodea; una persona que comprende lo que sucede a su alrededor, es capaz de convivir en su entorno de manera racional y efectiva. Sin embargo, en ocasiones los estudiantes ignoran el potencial que tiene la Física para explicar el entorno en términos fáciles de entender;

Este libro tiene por objeto brindar a los estudiantes de la Física General una ayuda para dominar los principios físicos que son la base de la tecnología moderna. En éste libro se asume que los estudiantes tienen una base de álgebra, geometría, y trigonometría. Es mucho más compacto que los libros de texto tradicionales, proporciona muchos ejemplos trabajados y pide resolver problemas

Este libro será útil también como texto para una persona que repasa o que consolida su conocimiento de la Física.

La discusión y las explicaciones narrativas son suficientemente claras y completas para poder utilizar el libro o como texto, o como suplemento a un texto más amplio.

La forma de aprender la física es trabajar realmente con problemas. Al usar este libro, el estudiante debe ser activo. Debe intentar trabajar cada uno de los problemas y los ejemplos. Debe mirar las soluciones solamente si no logra dar con el camino a su solución.

Los ejemplos en este libro están trabajados exhaustivamente, de modo que puedan servir como modelos para el propio trabajo de los estudiantes. En este sentido se considera que los estudiantes se benefician al observar los cálculos realizados en más de una manera, por lo que se han incluido varios métodos para efectuar los cálculos.

Además, se tuvo especial cuidado en incluir problemas y preguntas que combinan el material del capítulo en cuestión, con material de capítulos anteriores. Tales problemas y preguntas destacan el hecho importante de que diversas áreas de la Física se manifiestan de manera simultánea en el mundo real. Además, este método de temas múltiples proporciona una manera para que los estudiantes repasen lo estudiado y ayuda a mejorar la habilidad para resolver problemas.

El diseño gráfico es de gran importancia, y para mejorar su función se ha intentado enfocar solamente una idea principal en cada figura en lo posible. Por consiguiente, las figuras del libro a menudo se dividen en dos o más partes, para evitar la confusión de mezclar varias ideas en la misma figura.

Los profesores conocen la importancia de los diagramas de cuerpo libre cuando utilizan la segunda ley de movimiento de Newton, y todos los estudiantes aprenden de ellos a medida que estudian Física. Tales diagramas se utilizan en todo el libro, no solamente en los primeros capítulos en los que se presenta y aplica la segunda ley de Newton. Por ejemplo, cuando se analiza la relación en las oscilaciones, también entre la presión y profundidad en un fluido, el análisis se simplifica considerablemente por medio de un diagrama de cuerpo libre. De manera semejante, cuando se deduce la expresión para la rapidez de una onda transversal en una cuerda, un diagrama de cuerpo libre es muy útil.

Cifras significativas. A lo largo de todo el libro se siguen los procedimientos normales para las cifras significativas.

Se espera que el esfuerzo en la elaboración de este libro sea de utilidad tanto para los estudiantes como para los profesores. Toda opinión al respecto será bienvenida.

Hugo Medina Guzmán  
Lima Perú

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor agradece primeramente a los estudiantes, quienes han contribuido bastante en la elaboración de este libro a través de su influencia en el establecimiento de las técnicas y principios de enseñanza y a los profesores que con sus sugerencias y revisiones a las separatas de los capítulos hicieron notar puntos que necesitaban una mayor aclaración.

Hugo Medina Guzmán

## CONTENIDO

### **CAPÍTULO 1. Elasticidad**

Esfuerzo y deformación. Régimen elástico y plástico, Módulos de elasticidad y tipos de esfuerzo y deformación: Deformación por tracción o compresión longitudinal, Módulo de Young, ley de Hooke, aplicaciones: deformación por peso, aceleración y área variable. Deformación lateral, módulo de Poisson Deformación por cizalladura o corte módulo de cizalladura Deformación volumétrica módulo de compresibilidad. Fuerza elástica y Energía elástica.

### **CAPÍTULO 2. Movimiento oscilatorio**

Movimiento oscilatorio: definición y características Ecuación y ley del movimiento oscilatorio: Movimiento armónico simple lineal y angular. Movimiento armónico simple. Movimiento armónico amortiguado: subamortiguado, sobreamortiguado y crítico. Movimiento armónico amortiguado forzado. Resonancia, aplicaciones.

### **CAPÍTULO 3. Movimiento ondulatorio y ondas**

Movimiento ondulatorio, definición, características, y tipos de ondas: por la naturaleza de la perturbación, por la dirección de la perturbación, por la dirección de la propagación. Descripción matemática de la propagación de una onda unidimensional. Función de onda: onda viajera, ecuación de onda y velocidad de propagación: ondas en una cuerda, ondas transversales y longitudinales en una barra, ondas sonoras en un tubo con aire. Fenómenos ondulatorios: reflexión de ondas. Principio de superposición de ondas: 1.-ondas iguales viajando en la misma dirección, superposición constructiva o destructiva. 2.-ondas iguales viajando en sentidos opuestos, ondas estacionarias: en una cuerda finita y en un tubo o caja acústica finita. Modos de vibración y armónicos. 3.-ondas de diferente frecuencia viajando en el mismo espacio, pulsaciones. Interferencia de ondas (sonoras y electromagnéticas). Interferencia entre dos fuentes separadas en el espacio con la misma fase, diferencia de camino. Sonido: intensidad, efecto Doppler, ondas de choque.

### **CAPÍTULO 4. Mecánica de fluidos**

Concepto, tipos de fluido, características. Densidad, peso específico y presión. Hidrostática: Variación de la presión con la profundidad en un fluido en reposo. Principios de Pascal. Empuje y flotación: Principio de Arquímedes. Barómetro y manómetro simple. Aplicaciones: superficies planas y translación de fluidos. Tensión superficial. Dinámica de Fluidos: Flujo de fluido ideal Ecuación de continuidad, caudal o gasto. Ecuación de Bernoulli. Aplicaciones: medidor de Venturi y tubo de Pitot. Viscosidad y ley de Stokes.

### **CAPÍTULO 5. Termodinámica**

Sistemas Termodinámicos: Variables termodinámica macroscópicas. Ley cero de la Termodinámica y equilibrio Térmico. Temperatura y escalas Dilatación térmica: Dilatación Lineal, superficial y volumétrica. Fatiga térmica. Calor y trabajo: Definición de Calor, Equivalente mecánico del calor, calor específico. Fases de la materia: cambios de estado. Procesos de Transferencia de calor: por conducción por convección, por radiación. Teoría Cinética de gases Ideales: Definición de un gas Ideal. Ecuación de estado de un gas ideal, curvas Isotérmicas. Energía Interna de un Gas Ideal: Trabajo realizado por un gas. Primera Ley de La Termodinámica. Procesos Termodinámicos: isocórico, isobárico, isotérmico y adiabático. Calor específico de un gas a volumen constante y a presión constante. Procesos reversibles e irreversibles. Ciclos termodinámicos. Máquinas termodinámicas. Eficiencia y segunda ley de la termodinámica. Ciclo de Carnot.

# CAPÍTULO 1

## Elasticidad



INTRODUCCIÓN	1
PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES	1
ENSAYO DE TENSIÓN Y DIAGRAMA DE ESFUERZO – DEFORMACIÓN	1
DEFORMACIÓN ELÁSTICA Y PLÁSTICA	1
DIFERENCIA ENTRE LOS CUERPOS ELASTICOS Y LOS INELASTICOS	2
LEY DE HOOKE	2
ESFUERZO Y DEFORMACIÓN UNITARIA	2
MODULO ELASTICO O DE ELASTICIDAD	2
Viga horizontal sostenida mediante un tirante.	5
Deformaciones no uniformes por peso propio.	6
<u>Deformaciones por aceleración</u>	7
Deformación debido a la rotación	11
Deformaciones no uniformes por peso propio y área variable	12
DEFORMACION LATERAL MODULO DE POISSON	18
DEFORMACIÓN POR CIZALLADURA O CORTE.	21
DEFORMACION VOLUMETRICA	24
RELACION ENTRE CONSTANTES ELASTICAS	25
FUERZA ELASTICA Y ENERGIA ELASTICA	28
PREGUNTAS Y PROBLEMAS	29

## CAPÍTULO 2

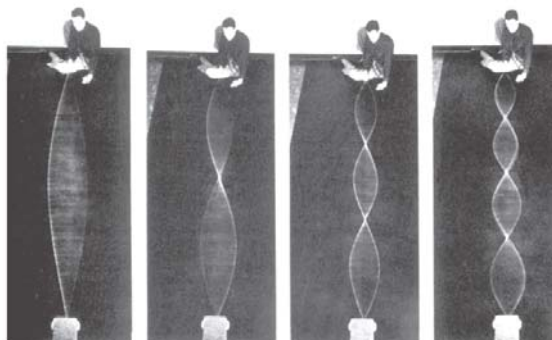
### MOVIMIENTO OSCILATORIO



INTRODUCCION	1
MOVIMIENTO OSCILATORIO	1
Definición y características	1
Oscilaciones Sinusoidales	2
DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO ARMÓNICO SIMPLE	2
EL MOVIMIENTO ARMONICO SIMPLE Y EL MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME	3
ENERGIA EN EL MOVIMIENTO ARMONICO SIMPLE	7
PROBLEMA BASICO MASA – RESORTE	7
PENDULOS	11
Péndulo simple	11
Péndulo compuesto	12
Problema del sube y baja	14
SISTEMAS DE PENDULOS Y RESORTES	15
Problema del Metrónomo	15
PENDULO DE TORSIÓN	19
MOVIMIENTO ARMÓNICO EN DOS DIMENSIONES	19
Medida del desfase entre dos señales	20
Medida de la frecuencia	21
MOVIMIENTO ARMONICO AMORTIGUADO.	22
OSCILACIONES FORZADAS	26
PREGUNTAS Y PROBLEMAS	34

## CAPÍTULO 3

### Movimiento ondulatorio y ondas

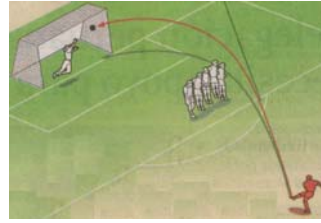


INTRODUCCIÓN	1
DEFINICIÓN, CARACTERÍSTICAS	1
Pulso y tren de ondas – Onda viajera	1
TIPOS DE ONDAS:	1
Según el medio por el que se propaguen	2
Según el número de dimensiones que involucran	2
Según la relación entre la vibración y la dirección de propagación	2
EXPRESIÓN MATEMÁTICA PARA UNA ONDA VIAJERA	3
ONDAS ARMONICAS	4
VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN EN FUNCIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MEDIO.	9
ECUACION DE LA ONDA	11
ENERGÍA E INFORMACIÓN TRANSFERIDA MEDIANTE ONDAS	13
REFLEXION DE ONDAS	15
PRINCIPIO DE SUPERPOSICIÓN DE ONDAS – INTERFERENCIA	15
ONDAS QUE VIAJAN EN LA MISMA DIRECCION.	16
ONDAS IGUALES VIAJANDO EN SENTIDOS OPUESTOS. ONDAS ESTACIONARIAS	20
LOS INSTRUMENTOS MUSICALES	27
OSCILACION DE VARILLAS. DIAPASÓN	28
ONDAS DE DIFERENTE FRECUENCIA VIAJANDO EN EL MISMO ESPACIO	29
PULSACIONES O BATIDOS.	29
INTERFERENCIA DE DOS ONDAS QUE VIAJAN EN DISTINTAS DIRECCIONES	30
EFECTO DOPPLER	34
Observador en movimiento	34
Fuente en movimiento	34
FORMACION DE UNA ONDA DE CHOQUE	42
PREGUNTAS Y PROBLEMAS	43



# CAPÍTULO 4

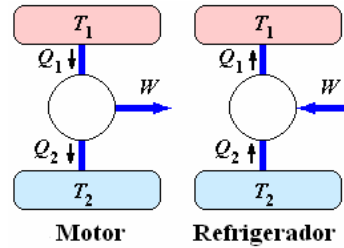
## Mecánica de fluidos



INTRODUCCIÓN	1
DENSIDAD	1
Densidad relativa	1
Peso específico	1
LA PRESIÓN EN LOS FLUIDOS	1
Unidades de presión	1
HIDROSTÁTICA	2
PRESIÓN EN UN PUNTO DE UN FLUIDO	2
VARIACIÓN DE LA PRESIÓN CON LA PROFUNDIDAD EN UN LÍQUIDO	2
EL PRINCIPIO DE PASCAL.	4
MEDIDA DE LA PRESIÓN.	5
Barómetro	5
Manómetro simple	5
Presión relativa y la presión absoluta	6
EL PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES	7
CENTRO DE EMPUJE	7
EQUILIBRIO ROTACIONAL DE OBJETOS FLOTANTES	8
FUERZAS SOBRE LAS PAREDES O COMPUERTAS	15
Centro de presión	16
Aplicación: Superficie rectangular	16
Aplicación: Fuerza sobre una superficie de forma rectangular inclinada	17
TRASLACIÓN DE FLUIDOS	19
Rotación uniforme alrededor de eje vertical	20
TENSION SUPERFICIAL - CAPILARIDAD	22
TENSIÓN SUPERFICIAL	22
ADHESIÓN Y COHESIÓN.	24
CAPILARIDAD	25
DINÁMICA DE FLUIDOS - MOVIMIENTO DE UN FLUIDO	30
CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL FLUJO DE FLUIDOS	30
ECUACIÓN DE LA CONTINUIDAD.	30
ECUACIÓN DE BERNOULLI.	31
Fórmula de Torricelli	32
EFECTO MAGNUS	32
Velocidad de salida de un líquido	33
Tiempo de vaciado	34
El medidor de venturi	39
VISCOCIDAD	41
FLUJO VISCOSO EN UNA TUBERIA CIRCULAR	42
FÓRMULA DE STOKES	43
Medida del coeficiente de viscosidad	43
PREGUNTAS Y PROBLEMAS	44

## CAPÍTULO 5

### Termodinámica



INTRODUCCION	1
Sistemas Termodinámicos: Variables termodinámicas macroscópicas	1
LEY CERO DE LA TERMODINÁMICA Y EQUILIBRIO TÉRMICO	1
TEMPERATURA Y ESCALAS	2
DILATACION TERMICA	4
FATIGA DE ORIGEN TÉRMICO	9
CALOR Y TRABAJO	12
CAPACIDAD CALORIFICA. CALOR ESPECÍFICO	12
FASES DE LA MATERIA	15
CAMBIOS DE ESTADO. CALOR LATENTE	17
Dilatación térmica y equilibrio térmico	20
TRANSFERENCIA DE CALOR	20
CONDUCCION	20
CONVECCION.	24
RADIACION	27
DEFINICIÓN DE UN GAS IDEAL	28
LEY DE BOYLE	28
LEY DE GAY-LUSSAC	28
LEY DE CHARLES.	28
ECUACIÓN DE ESTADO DE UN GAS IDEAL	29
TEORÍA CINÉTICA DE LOS GASES IDEALES	35
ENERGÍA INTERNA DE UN GAS IDEAL	36
TRABAJO REALIZADO POR UN GAS	37
PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA	38
CALOR ESPECÍFICO DEL GAS IDEAL	38
PROCESOS TERMODINÁMICOS	39
Isocórico o a volumen constante	40
Isobárico o a presión constante	40
Isotérmico o a temperatura constante	40
PROCESO ADIABATICO	47
CICLOS REVERSIBLES E IRREVERSIBLES	50
CICLOS TERMODINÁMICOS. MÁQUINAS TERMODINÁMICAS	50
CICLO OTTO	52
CICLO DIESEL	52
SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA.	55
EL CICLO CARNOT	56
Motor y Refrigerador	58
ENTROPIA	62
PREGUNTAS Y PROBLEMAS	63

# BIBLIOGRAFÍA

- THEORETICAL PHYSICS, Mechanics of particles, rigid and elastic bodies, fluids and heat flow.** F: Woobridge Constant. Trinity College. Addison – Wesley Publishing Company (1959)
- THEORETICAL PHYSICS, Thermodynamics, electromagnetism, waves, and particles.** F: Woobridge Constant. Trinity College. Addison – Wesley Publishing Company (1959)
- The Feynman LECTURES ON PHYSICS.** Volumen I, II y III. Richard P. Feynman, Robert B. Leighton. California Institute of Technology, Matthew Sands, Stanford University. Addison – Wesley Publishing Company (1964)
- CORRIENTES, CAMPOS Y PARTÍCULAS.** Francis Bitter. Massachusetts Institute of Technology. Editorial Reverté S. A. (1964).
- INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE LA MECÁNICA, MATERIA Y ONDAS.** Uno Ingard, William L. Kraushaar. Editorial Reverté. (1966).
- FUNDAMENTOS DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO.** Arthur F. Kip. University of California. McGraw – Hill Book Company (1967)
- CIENCIA FÍSICA Orígenes y principios** Robert T. Langeman, Universidad Vanderbilt. UTEHA, (1968)
- PROBLEMS IN ELEMENTARY PHYSICS.** B. Bukhotsev, V: Krivchenkov, G. Myakishev, V. Shalnov. Mir Publishers. Moscow (1971)
- PROBLEMES DE PHYSIQUE COMMENTES.** Tomos I y II Hubert Lumbroso. Mason et Cie, París. (1971)
- ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO PARA ESTUDIANTES DE CIENCIAS E INGENIERÍA.** Luis L. Cantú. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Editorial Limusa Mexico (1973)
- FÍSICA PARA LAS CIENCIAS DE LA VIDA Y LA SALUD.** Simon G. G. MacDonald / Desmond M. Burns University of Dundee. Fondo educativo interamericano. (1975)
- MECÁNICA NEWTONIANA, MIT Physics course.** A. P. French. Editorial Reverté. (1974).
- FÍSICA I y II.** Solomon Gartenhaus. Purdue University. INTERAMERICANA. (1977)
- TEACHING TIPS. A guidebook for the beginning College Teacher.** Wilbert J. McKeachie (University of Michigan). Seventh edition D. C. Heath and Company (1978)
- FÍSICA PARA LAS CIENCIAS DE LA VIDA.** Alan H. Cromer. Northeastern University. Editorial Reverté. (1978)
- GENERAL PHYSICS WITH BIOSCIENCE ESSAYS.** Jerry B. Marion. University of Maryland. John Wiley & Sons Inc. (1979)
- Física general II: Teoría** Hugo Medina Guzmán, Miguel Piaggio H. QC 21 M19 (Biblioteca PUCP) (1979)
- Física general II: Problemas resueltos** Hugo Medina Guzmán, Miguel Piaggio H. FIS 111 M364 (Biblioteca PUCP) (1979)
- Física general I: problemas resueltos** Hugo Medina Guzmán, Miguel Piaggio H. FIS 104 M364 (Biblioteca PUCP) (1981)
- FÍSICA PARA ESTUDIANTES DE CIENCIAS E INGENIERÍA. 1 y 2.** John P. McKelvey, Clemson University – Howard Grotch, Pennsylvania State University. HARLA. Mexico. (1981)
- Física 3: electricidad y magnetismo para estudiantes de ciencias e ingeniería** Hugo Medina Guzmán, FIS 141 M36 (Biblioteca PUCP) (1982)
- EXPLORING PHYSICS Concepts and applications.** Roger W. Redding North Texas State University, Stuart Kenter, Wadsworth Publishing Company (1984)
- PROBLEMAS DE FÍSICA.** J. Aguilar Peris, Universidad Complutense de Madrid - J. Casanova Colas, Facultad de Ciencias de Valladolid. Alambra (1985)
- PROBLEMAS DE FÍSICA.** dirigido por S. Kósel. Editorial Mir Moscú. (1986)
- PROBLEMAS DE FÍSICA Y COMO RESOLVERLOS.** Clarence E. Bennett Maine University. CECSA (1986)
- PHYSICS for Engineering and Science.** Michael E. Browne, Ph. D. (professor of Physics University of Idaho. Schaum's outline series McGraw-Hill (1988)
- FÍSICA: VOLUMEN 1. Mecánica, ondas y termodinámica.** Duane E. Roller, Ronald Blum. Editorial Reverté. (1990).
- FÍSICA: VOLUMEN 2. Electricidad, magnetismo y óptica.** Duane E. Roller, Ronald Blum. Editorial Reverté. (1990).
- PROBLEMAS DE FÍSICA.** dirigido por O. Ya. Sávchenko. Editorial Mir Moscú. (1989)
- MECÁNICA. Berkeley physics course – volumen 1.** Charles Kittel, Walter D. Knight, Malvin A. Ruderman. Editorial Reverté SA. (1992).
- ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO. Berkeley physics course – volumen 2.** Edward M. Purcell. Editorial Reverté SA. (1992).

**FÍSICA.** Tomos I y II Tercera edición revisada (Segunda edición en español), Raymond S: Serway, James Madison University, Mcgraw-Hill, (1993)

**PROBLEMAS DE FÍSICA** Santiago Burbano de Ercilla, Enrique Burbano de Ercilla, Carlos Gracia Muñoz, XXVI edición, Zaragoza, MIRA editores (1994)

**ONDAS. Berkeley physics course – volumen 3.** Frank S. Crawford, Jr. Editorial Reverté SA. (1994).

**FÍSICA Para las ciencias de la vida,** David Jou Mirabent Universidad autónoma de Barcelona, Joseph Enric Llebot Rabagliati, Universidad de Girona, Carlos Pérez garcía, Universidad de Navarra. Mcgraw-Hill, (1994)

**Física uno** Hugo Medina Guzmán, FIS 104 M365 (Biblioteca PUCP) (1995)

**APPLIED PHYSICS.** Arthur Beiser, Ph. D. Schaum's outline series Mcgraw-Hill (1995)

**TEACHING INTRODUCTORY PHYSICS A Sourcebook.** Clifford E: Swartz (State University of New York, Stony Brook) and Thomas Miner (Associate Editor The Physics Teacher 1972 – 1988). ATP Press – Springer. (1996)

**TEACHING INTRODUCTORY PHYSICS** Arnold Arons University of Washington JOHN WILEY & SONS, INC. (1997)

**FÍSICA** John Cutnell / Kenneth W. Johnson. Southern Illinois University. LIMUSA (1998)

**FÍSICA EN LA CIENCIA Y EN LA INDUSTRIA.** A . Cromer. Northeastern University. Editorial Reverté. (2000)

**FÍSICA CONTEMPORANEA** Edwin Jones.– Richard Childers, University of South Carolina. Mcgraw-Hill, (2001)

**PROBLEMAS Y CUESTIONES DE FÍSICA.** Atanasio Lleó, Begoña Betete, Javier Galeano, Lourdes Lleó, Ildefonso Ruiz – Tapiador. Universidad Politécnica de Madrid. Ediciones Mundi – prensa (2002)

**The PHYSICS of every day phenomena.** A conceptual introduction to Physics. W. Thomas Griffith, Pacific University. Mcgraw-Hill, (2004)

**FÍSICA UNIVERSITARIA.** Francis W.Sears, Mark W. Zemansky, Hugh D. Young (Carnegie Mellon University) y Roger A. Freedman (University of California. Santa Barbara) Volumen 1, Volumen 2. Undecima edición. Pearson - Addison Wesley (2004)

**FIVE EASY LESSONS** Strategies for successful Physics teaching. Randall D. Knight California Polytechnic State University, San Luis Obispo. Addison Wesley (2004)

**FUNDAMENTALS OF PHYSICS.** David Halliday (Univ. of Pittsburgh), Robert Resnick (Rensselaer Polytechnic Institute), Jearl Walker (Cleveland State Univ.). 7th Edition (2005)