

# **Introducción al método experimental**

*Una visión de la realidad con las herramientas de la física experimental*

*Dres. Carlos Acha y Pablo Levy*

### **Dr. Carlos Acha**

Realizó sus estudios de Física en la Universidad de Buenos Aires, donde se graduó como Licenciado (1988) elaborando un trabajo de tesis experimental. Prosiguió sus investigaciones experimentales estudiando los efectos de reemplazos químicos en el transporte eléctrico de materiales superconductores, obteniendo el título de Doctor (1993). Realizó una estadía postdoctoral en Grenoble (Francia) donde se especializó en el estudio del efecto de aplicar altas presiones en diversos temas de la física del estado sólido (1995-1997). Regresando al país montó una línea de investigación en este tema para la cual ha recibido subsidios de la Fundación Antorchas (97 y 99), de la Agencia Nacional para la Promoción Científica y Técnica (98) y del CONICET (99).

Obtuvo Becas de estudio (UBA 1987), de formación y perfeccionamiento (CONICET 1988-1997). Es miembro de la Carrera del Investigador del CONICET (1997) y Profesor Adjunto (1998) del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. Ha colaborado activamente en la formación de estudiantes de física en el área de laboratorios de enseñanza básicos (Mecánica, Fluidos y Electricidad) y avanzados así como en las materias de investigación de fin de grado.

### **Dr. Pablo Levy**

Realizó sus estudios de grado y postgrado en la FCEN UBA, recibiendo el título de Doctor en Ciencias Físicas por su trabajo experimental en el estudio de propiedades granulares en compuestos superconductores (1993). Ya como integrante del Departamento de Física de la Comisión Nacional de Energía Atómica, se dedica al estudio de la interacción de haces de partículas cargadas con la materia (1995). Durante su estadía postdoctoral en Bologna (Italia) trabaja en la obtención de películas delgadas cristalinas de superconductores (1996). Actualmente realiza tareas de investigación básica en compuestos de manganeso que presentan orden de cargas y magnetorresistencia colosal.

Investigador en la CNEA y miembro de la Carrera del Investigador Científico del CONICET, posee antecedentes en divulgación de ciencias y docencia: Participa en la formación de recursos humanos, dirigiendo a alumnos de los últimos años de la carrera de Física en sus trabajos de laboratorio; · es Coordinador Adjunto en el Curso Laboratorio Cero, un curso-taller de divulgación orientado a preuniversitarios con inclinación hacia carreras de Ciencias; · Profesor Adjunto de la Universidad de San Martín donde dicta clases de laboratorio sobre Electricidad y Magnetismo y Óptica y Termodinámica; · participa como Colaborador en la confección de los Manuales de Física 7 y 8 (EGB), M.Chernizki y otros, editorial Aique (1999); · participa en la presentación de una propuesta aprobada sobre los contenidos de pantallas interactivas en un Museo de Ciencias (Museo Puerto Curioso, proyecto suspendido el 2/1999).

## Índice tentativo ( aprox. 200 pag.- 5 fotos color – 20 gráficos)

<b>1. Introducción.</b>	<b>Pag.</b>
<i>La existencia de leyes - Desarrollo experimental de la ciencia - La formulación de modelos - Teoría, simulaciones y experimentos – Ejemplos - ¿Siempre existen leyes? - Las recetas.</i>	<b>1</b>
<b>2. Mediciones.</b>	<b>20</b>
<i>Observaciones cuantificadas - Incertezas y Estadísticas – Distribuciones – Ajuste de curvas – Repetibilidad - El dado: un laboratorio sencillo.</i>	
<b>3. Adquisición de datos.</b>	<b>40</b>
<i>Magnitud y frecuencia de las señales – transductores – Del tester al osciloscopio.</i>	
<b>4. Control en la adquisición de datos.</b>	<b>80</b>
<i>Interfaces RS-232, GPIB-488 - Tarjetas ADC – Midiendo con una SoundBlaster.</i>	
<b>5. Realización de un Experimento.</b>	<b>120</b>
<i>4 ejemplos desarrollados:</i>	
➤ <b>PH de una solución ácida.</b>	
➤ <b>Estudio del movimiento oscilatorio de un péndulo.</b>	
➤ <b>Temperatura óptima de fraguado para un pegamento.</b>	
➤ <b>Ley de Faraday.</b>	
<i>En cada uno de ellos se discuten los siguientes tópicos:</i>	
• <b>Algunos elementos útiles para trabajar.</b>	
<i>El cuaderno de mediciones (bitácora) – sentido común y curiosidad.</i>	
• <b>Diseño.</b>	
<i>Que pregunta queremos responder?- Que dará una respuesta clara? Modelos previos - Orden y frecuencia de las magnitudes involucradas - Sensibilidad requerida - Instrumentos necesarios - Establecer una sistemática.</i>	
• <b>Montaje experimental.</b>	
<i>Cuidados – orden y sencillez.</i>	
• <b>Mediciones.</b>	
<i>Comportamiento general vs. detalles – Variando parámetros.</i>	
• <b>Análisis de los resultados.</b>	
<i>Buscando la ley - Interpretar un gráfico - Los beneficios del gráfico adecuado.</i>	
• <b>Discusión y conclusiones.</b>	
<i>Contrastando con los modelos – Los límites de nuestras afirmaciones - ¿Nuevas dudas? – Divulgación - Cómo realizar un informe.</i>	
<b>6. Bibliografía.</b>	<b>180</b>
<i>Referencias y guías de lectura para ampliar los conocimientos.</i>	
<b>7. Apéndice.</b>	<b>183</b>
<i>Uso de Internet - buscadores - bases de datos - revistas internacionales - consultas on-line - Planillas de cálculo - Graficadores - Procesamiento de Imágenes - Procesadores de palabras - Editores para esquemas - Dibujo técnico.</i>	

## PROLOGO

Uno de los aspectos más notables del universo en que vivimos es que está regido por leyes. Nosotros somos en parte su conciencia y, desde tiempos muy remotos, el hombre ha intentado descubrir estas reglas, valiéndose por lo general de un método de observación, de un lenguaje matemático, que ha ido perfeccionando, adaptándolo a las necesidades de aquello que quería expresar.

Esta representa una forma de pensamiento de la cual se valen las ciencias para avanzar en la aventura del conocimiento. Es lo que llamamos el *método experimental*, que conforma una herramienta poderosa para sondear el entorno en el que estamos inmersos y que también permite la resolución de diversos problemas prácticos.

Con este libro hemos querido abarcar dos objetivos:

Por un lado, introducir la filosofía de la investigación científica, con el objetivo de guiar al estudiante de los primeros años de una carrera universitaria que se enfrenta con la realización de prácticas experimentales.

Llevar adelante un experimento representa bastante más que medir un conjunto de señales. Un experimento es una serie de pasos dentro de un método que buscan acercarnos más al entendimiento de algún fenómeno, pero que por sobre todo, intentan darnos a conocer una ley. Y esto no solo se limita a temas ligados a la física, la química, la ingeniería o la biología, sino que puede ser aplicado a muchas cosas que requieran una toma de decisión. Esto es así, ya que al establecer una ley accedemos a la capacidad de poder predecir resultados.

Por otra parte, también hemos querido aportar información básica sobre las herramientas básicas a nivel matemático para el análisis de resultados así como sobre el instrumental para la adquisición de datos que hoy en día se emplea tanto en los centros de investigación como en los laboratorios de enseñanza universitarios.

Se trata por lo tanto de una obra que incorpora modalidades actuales para el manipuleo de datos, relacionadas con el creciente uso de herramientas informáticas. El texto orientará el desempeño de estudiantes de diversas carreras para una mejor realización de las prácticas de laboratorio. El texto está orientado a futuros profesionales y/o investigadores científicos de diversas ramas de las “ciencias duras”, por ejemplo Física, Química, Biología, Ciencia de Materiales, Ingenierías y las diversas carreras afines (Física Médica, Biotecnología, etc.) iniciando su Primer Ciclo Universitario (materias conocidas como Introducción a la Mecánica, Óptica, Termodinámica, Electricidad y Magnetismo, etc.). Asimismo resultará de utilidad al alumnado que se inicia en las “ciencias blandas”, ya que en la actualidad, la metodología de las ciencias duras se ha filtrado en áreas relacionadas con encuestas, estadísticas, marketing. También se adapta para los requerimientos de un profesional formado que tiene que determinar la causalidad en algún tipo de sistema, como, por ejemplo, el caso de un Ingeniero industrial que debe poder hacer un modelo para prever los gastos de planta a partir de ciertos indicadores.