

# La evolución de mis programas de Física y su Didáctica (1972-1997)

JESÚS LAHERA QARAMONTE  
*Universidad Complutense de Madrid*

## 1. ANTECEDENTES

En el Plan de estudios 1967, marcadamente profesional (1) , el paradigma de enseñanza asume que la Didáctica Específica implica la consideración de su fundamentación científica, en una nueva perspectiva -ahí radica el reto - al integrar su proyección didáctica. En mi especialidad es la época de proyectos innovadores y obras con enfoques nuevos (2); mi interpretación personal se realiza en dos textos (3). En el inicio del periodo de referencia debo examinar a alumnos «repetidores» del Plan ya extinguido: una forma más de ejercer docencia -y de poder evocarla-.

## 11. EL MARCO DEL PLAN 1971

La incorporación de las Escuelas Normales en la Universidad por la LGE de 1970 genera al principio, como efecto perverso, una desprofesionalización en la formación de maestros. Tal vez como aviso, el Plan es impuesto por el Ministerio al profesorado con descortesía (4) y la Universidad, con las meramente formales Comisiones garantes, se inhibe de la problemática planteada -seguramente- en un ejercicio responsable de reconocimiento de su incompetencia-.

En mi especialidad el Plan parece una traslación simplificadora de las asignaturas tradicionales en las Facultades, cuyos anacrónicos planes son ya cuestionados por los profesores más innovadores. La posibilidad, explicitada en la Ley, de acceso mediante unas asignaturas complementarias del primer al segundo ciclo genera en los alumnos expectativas falsas y condiciona la docencia en los centros reconvertidos, para no defraudar esta peculiar responsabilidad (a) profesional que se deposita en sus profesores.

El Plan, presentado como experimental, permanece unos 20 años sin apenas modificaciones legales. Esta transitoriedad posibilita que cada profesor interprete -no

sin riesgos- las asignaturas de su competencia. Es de agradecer este hecho: así puedo hablar de «mis» programas, en un largo proceso de búsqueda de identidad propia .

## 111. PROGRAMAS DEL PLAN 1971

### 111.1 Una primera versión: Física

Mi pretensión inicial es evitar una consideración enciclopédica de la Física, tendiendo por contra a mostrar una visión unitaria principalmente a través de principios de conservación. (Cautelarmente, el subtítulo es significativo: Para estudiantes de profesorado de EGB).

El contenido se estructura escuetamente en 3 Secciones, que comprenden en total 15 unidades temáticas:

Sección I: Mecánica, Calor y Energía (1 Metrología. 2 Cinemática. 3 Dinámica. 4 Energía. 5 Ondas y Materia 6 Relatividad. 7 Termodinámica).

Sección II: Electricidad, Óptica y Estructura Atómica (8 Electroestática. 9 Electrodinámica. 10 Electromagnetismo. 11 Electrónica. 12 Óptica. 13 Estructura Atómica, 14 El Núcleo).

Sección III: Ciencia y Didáctica ( 15 La enseñanza de la Física en EGB).

Constato en el desarrollo del programa que las unidades 1 y 15 (curiosamente, la primera y la última) adquieren, por su aplicabilidad didáctica e interés de los alumnos, una extensión que desborda el marco de la asignatura; pasan a Didáctica de las Ciencias Naturales (sic) como parte fundamental en la parte que corresponde a Didáctica de la física. Resalto la incorporación de la Física moderna (unidades 6 y 14) con especial preferencia, que con el tiempo será recurrente.

Los aspectos teóricos de la asignatura son desarrollados en la forma convencional «con la misma profundidad o superficialidad que cualquier estudio universitario de este nivel» (Aizpún, 1973), utilizando los textos más generalizados (5) y simplificadores. Es intención que el trabajo experimental, aunque no excesivamente contextualizado, sea parte importante: es posible al disponer de laboratorio excelentemente dotado (6).

La evaluación es objeto de (pre)ocupación. Una parte del examen consiste en el comentario de proposiciones V/F y en la resolución de ejercicios y cuestiones para indagar la operatividad de los conceptos, pudiendo el alumno consultar bibliografía. Confieso que la redacción de enunciados ocupa gran parte de mi tiempo docente fuera del aula.

La temporalización: el balance parece cuadrar, 15 unidades temáticas versus 30 semanas hábiles. (La situación estudiantil de protesta generalizada reduce drásticamente, en varios cursos, esta estimación).

### 111.2 La transición: Física y su Didáctica

La práctica docente aconseja aligerar -no trivializar- los contenidos estrictamente científicos e integrar en cada unidad su proyección didáctica.

En la estructura primigenia del programa cada una de sus 15 unidades temáticas es diseñada en tres capítulos, el tercero dedicado siempre a la consideración didáctica. Por ejemplo, 3 Dinámica comprende:

3.1 Ecuaciones fundamentales.

3.2 Momento lineal y momento angular: teoremas de conservación.

3.3 Didáctica: Los principios de la dinámica.

En conjunto, se concreta mi expectativa de que una tercera parte del programa contemple la proyección didáctica.

Al permanecer como alivio Didáctica de Ciencias Naturales, siguen incorporadas a ellas 1 Metrología y 15 Enseñanza de la Física, explicitada ahora en tres apartados:

15.1 Estructura, método y evolución de la Física, 15.2 La Física, una ciencia experimental, 15.3 Las Ciencias Físicas en EGB.

El programa es desarrollado en el traIno final de la década de los 70 ,con la apoyatura experimental ya referida -ahora más consistente- y los recursos audiovisuales convencionales. La bibliografía es más estructurada, en la fundamentación teórica (7) y en la proyección didáctica (8).

Relatividad -tema selecto - comprende: 6.1 Conceptos fundamentales, 6.2 Problemas sencillos de Relatividad restringida (9) y 6.3 Didáctica. Historia y aplicaciones. Tuve oportunidad de conocer y adquirir material audiovisual específico (10) que aún hoy sigue manteniendo idoneidad.

La evaluación sigue siendo la asignatura pendiente. En el texto del examen, en la parte en que los alumnos pueden utilizar libros, incorporo como elemento motivador el comentario de Feynman: «El examen de Física... debería ser ocasión... para aprender Física».

### 11.1.3 La consolidación: proyecto docente

Desde el marco legal, la LRU de 1982 incide indirectamente en nuestra problemática al establecer los departamentos y áreas de conocimiento. En nuestro ámbito emerge el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales -determina la denominación del departamento y plazas- que tras lenta gestación (11) adquiere un cuerpo de conocimientos coherente y fundamentado. El profesor autodidacta ve fundamentadas sus intuiciones y realizaciones de investigación en el aula (12).

La implícita reforma (a) legal de los Planes posibilita propuestas de mejora. A finales de la década y principios de los 90 mis programas han evolucionado hacia un proyecto docente (13) que ha sido expuesto.

En Física se señalan los objetivos -cómo habituar a los alumnos en el trabajo cotidiano de laboratorio mediante actividades que representen pequeños trabajos de investigación. en el criterio general de configurar una física para profesores: profesional, universitaria y cultural.

Se (re)diseña la estructura de una unidad temática, se reseñan los contenidos curriculares mínimos en 6 bloques temáticos:

I Magnitudes, mediciones y unidades. II El movimiento, en Mecánica clásica y en Mecánica relativista. III Dinámica. Interacción gravitatoria. IV Ondas y corpúsculos. V Corriente eléctrica. Interacción electromagnética. VI La materia.

Asimismo se (re) diseña la estructura de un trabajo de experimentación, concretando la conexión conceptos físicos/trabajo experimental. Los trabajos propuestos son: 1 Medidas de precisión. 2 Oscilador armónico: sistema masa-resorte y péndulo. 3 Banco óptico. Interferencia de luz. 4 Circuitos eléctricos. Equivalencia trabajo/calor. 5 Medidas calorimétricas. El calor específico, propiedad característica.

La bibliografía propuesta (14) incorpora libros específicos, para atender a los aspectos más novedosos como la introducción de nociones de astronomía en el bloque III.

En paralelo, Didáctica de Ciencias Experimentales (Física), desglosada de la Didáctica de Ciencias Naturales tiene estructura propia, con el mismo status que Física. Los bloques temáticos pueden resultar novedosos e incluyen los paradigmas emergentes de aprendizaje: I Didáctica de las Ciencias y Epistemología. II El tratamiento de los procesos científicos y técnicas de trabajo experimental. III El paradigma constructivista del aprendizaje. IV Diseño y evaluación de unidades didácticas en el área de Ciencias Experimentales. V La investigación en la Didáctica de las Ciencias. La selección y utilización directa de textos sobre Didáctica (15) es parte esencial del proyecto.

En esta época, las orientaciones o guías de trabajo experimental se plasman en diversas publicaciones internas (16) y la dotación de material genera trabajos más avanzados (17). Se institucionaliza (18) la investigación -anteriormente no reconocida pero no vedada- que revierten en la docencia.

#### IV. EL MARCO DEL PLAN 1992 y ADAPTACION 1996

En el inicio de la década de los 90 el prolijo y pretendidamente participativo proceso de elaboración de los Planes de las nuevas titulaciones, origina en la UCM unas propuestas en la Titulación de Maestro sobrecargadas en créditos y horario, desde las anomalías (especialidad cuestionable, troncalidad impuesta, optatividad restringida) patentes en las directrices básicas.

Los nuevos Planes generan una contestación generalizada, en alumnos y profesores. El Plan propuesto en 1992 es aligerado levemente (19) en la Adaptación de 1996. Al resultar irresolubles las anomalías iniciales se dan las condiciones para una revolución kuhniiana, para la emergencia de un nuevo paradigma (de nuevo que no sólo sea una revolución en los papeles).

#### V. LOS PROGRAMAS DEL PLAN 1996

La primera propuesta (1992) del Plan de Estudios de Maestro incluye como asignatura obligatoria *Fundamentos de las Ciencias Experimentales*, conflictiva desde la propia denominación. En un curso se convino que la parte general sea impartida por un profesor, completada con otra parte a mi cargo -estructurada desde la

Meteorología como elemento motivador y generador de una Física asociada o fundamentante-.

Representa para mí una experiencia (20) irrepetible -la asignatura desaparece en la Adaptación de 1996- desde una situación inicial no deseada.

## VI. Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica I

### *Asignatura troncal (21)*

El Programa incluye los objetivos: Proporcionar las bases para una VISIÓN epistemológica contemporánea y para la correcta educación en el proceso de producción de conocimientos científicos; configurar una introducción a la Didáctica de las Ciencias como cuerpo de conocimientos y a los problemas planteados en la investigación didáctica; fundamentar y estructurar los conceptos físicos para el desarrollo del área Conocimiento del Medio en sus aspectos físicos.

El contenido se estructura en 4 bloques temáticos:

I Estructura y metodología de la ciencia. II La Didáctica de las Ciencias como cuerpo de conocimientos. III Fundamentos físicos para el desarrollo del currículo. IV Unidades didácticas en el área Conocimiento del Medio.

El bloque III, más cuestionable, comprende: el estudio del movimiento, el paradigma newtoniano: leyes de la dinámica y su sistema del mundo, conservación, degradación y transformaciones de la energía; evolución histórica de las teorías sobre la luz; la energía térmica: cambios de estado; interacciones básicas: campos asociados; cargas eléctricas en movimiento; máquinas y fuerzas; el medio físico: nociones de Astronomía y Meteorología.

El contexto me permite mantener mis expectativas en nociones de Astronomía y Meteorología al figurar en el DCB de Educación Primaria como materias transversales. Tienen prioridad en el programa, dado el interés que manifiestan los alumnos.

Se explicitan temporalización, organización -el Plan propone créditos prácticos- y evaluación. La actividad de laboratorio se mantiene renovada por el nuevo marco (22) y la bibliografía (23) está en fase de consolidación.

## VII. Técnicas de trabajo experimental

### *Asignatura optativa (24)*

Los objetivos esenciales: acercar al alumno a la dinámica del trabajo científico experimental, que contribuya a una posible reformulación de sus concepciones didácticas y epistemológicas; adiestrar al alumno en técnicas de metaconocimiento y metaaprendizaje.

Los bloques temáticos: I Metodología de la investigación científica: complejidad de un proceso. II Los trabajos prácticos en el aprendizaje de las Ciencias: un problema fundamental en la Didáctica de las Ciencias. III Técnicas didácticas de metaaprendizaje y metaconocimiento: los mapas conceptuales para el aprendizaje significativo, la UVE

heurística para la comprensión y la producción de conocimiento. IV Nociones básicas de Física consideradas en la resolución de problemas por metodología experimental: La medición, el movimiento, la materia, cambios físicos, la luz.

Los trabajos de experimentación propuestos tienen la siguiente estructura: problema, operatividad de los conceptos, problema abierto y, al final de cada tema básico, técnicas de reflexión metacognitiva.

El planteamiento de la asignatura es esencialmente práctico, en laboratorio y seminario y la evaluación es coherente con este planteamiento.

La asignatura es objeto de investigación (25).

## VI. NUEVAS PERSPECTIVAS

*Física moderna, un planteamiento para la enseñanza*

Asignatura de libre configuración

Aparentemente, los nuevos Planes parecen limitar la actuación del profesor de mi especialidad; ofrecen, por contra, una excelente oportunidad: la posibilidad de ofertar asignaturas de libre configuración, para alumnos de la Facultad de Educación -que emocionalmente son aceptados con satisfacción- y para alumnos de Facultades de Ciencias interesados por la enseñanza (26).

El objetivo básico de la asignatura que vengo impartiendo es lograr una visión sintética -idónea para un futuro docente -de las principales teorías de la Física moderna como componentes esenciales de la cultura actual; y por ello los aspectos científicos, históricos, sociales y pedagógicos deben presentar un razonable equilibrio. Los objetivos didácticos son integrados y atienden a las exigencias explicitadas en el DCB de Educación Secundaria.

El contenido se estructura en 4 bloques temáticos:

I Relatividad. II Física cuántica. III Física nuclear. IV Ciencia y Educación. Por ahora, la no masificación del alumnado interesado permite el tratamiento de la temática en seminario, integrando contextualización, trabajo experimental y apoyatura de videos.

La bibliografía incluye textos de Física con capítulos de Física moderna, obras específicas y artículos, libros de difusión científica y didáctica. Un texto propio ( 27) facilita la tarea docente.

## NOTAS

- (1) Formo parte de la Comisión del Programa de Didáctica de Física y Química. Subrepticamente manejamos como referencia los Cuestionarios del Plan Profesional de 1931.
- (2) Resultan emblemáticos: PSSC (1962) Física; CHEM (1966) Química, *una ciencia experimental*; CBA (1966) *Sistemas químicos*. Barcelona: Reverté. Asimismo HOLTON, G. (1963) *Fundamentos de Física Moderna*. Un enfoque (introducción histórica-filosófica al estudio de la Física) muy adecuado.
- (3) LAHERA, J. (1968) *Introducción a la didáctica de la física*. (1969) *Introducción a la Didáctica de la Química*. Barcelona: Vicens-Vives.
- (4) En mi Centro se reciben unas fotocopias procedentes de la Dirección General correspondiente, sin identificación fehaciente.
- (5) En torno a mis explicaciones a pie de pizarra, las referencias más frecuentes son: CATALÁ, J. (1965) *Física General*. Valencia: Saber; DURÁN, A. (1965) *Física general*. Madrid: Selecciones científicas; RESNICK, R. y HALLIDAY, D. (1969) *Física*. México: CEC. En los temas más avanzados: BEISER, A. (1965) *Conceptos de Física moderne*. Madrid: Del Castillo.
- (6) Se dispone de material común, 2 equipos de Física Torres Quevedo, 8 equipos de experiencias ENOSA-y, relevantemente, 7 Equipos NOERSTED-conseguidos en los Cursos de Perfeccionamiento para impartir 7º y 8º-, comprendiendo cada uno las unidades Física General, Calor, Electricidad y Magnetismo, Electricidad II, Electrónica y Óptica.
- (7) Especialmente: HOLTON, G. (1976) *Introducción a los conceptos y teorías de las Ciencias Físicas*. Barcelona: Reverté, con pocas fórmulas y muchos conceptos; FEYNMAN, R. (1971) *Lectures on physics*. Bilingua. Bogotá: FEI, fuente inagotable de enfoques originales.
- (8) Retomo PSSC, incorporando IPS (1967) *Curso de introducción a las Ciencias Físicas*; PSNS (1971) *Introducción a las ciencias físicas*; NUFFIELD (1971) *Física*. Barcelona: Reverte; THE OPEN UNIVERSITY (1974) *Curso básico de Ciencias*. México: Mc Graw-Hill; SCIS (1970) *Science: La ciencia, un enfoque del proceso*. Puerto Rico: Berkeley.
- (9) El enunciado es tornado de BERKELEY PHYSICS COURSE (1968) *Mecánica*. Barcelona: Reverté.
- (10) Film loops EALING/PSSC *Galilean Relativity*. Films PSSC *The ultimate speed, Time dilation*.
- (11) La Revista *Enseñanza de las Ciencias* aparece en 1983.
- (12) LAHERA, J. (1986) Aplicación de una técnica de autoevaluación en alumnos de Magisterio. *VII Encuentros de Didáctica de Física y Química*. Jaén.
- (13) MORENO, A., LAHERA, J. y FORTEZA, A. (1987) "Proyecto docente de Física en la formación inicial de maestros". *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra II Congreso, 266-267.

- (14) ALONSO, E. y FINN, M. (1979) *Física*. Madrid: Aguilar; EISBERG, R. (1983) *Física*. Madrid: Mc Graw-Hill; TIPLER, R. (1978) *Física* Barcelona: Reverté; HECHT, E. (1987) *Física en perspectiva*. México: Adisson. Para la iniciación a la Meteorología y Astronomía: BEISER, A. (1976) *Ciencias Psicses*. México: Schaum.
- (15) DRIVER, R. (1985) *Ideas cientificas en la infancia y adolescencia*. Madrid: Morata; NOVAK, J. y GOWIN, D. (1988) *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca; SCREEN, P. (1986) *Warwick Process Science*. Ashford: Sheelfield.
- (16) FORTEZA, A. y LAHERA, J. (1985) *Laboratorio de física: Trabajos de Experimentación*. ... (1986) *Didáctica de la Física: trabajos de experimentación*. Madrid: EU. MDJ.
- (17) LAHERA, J., FORTEZA, A. y alumnos (1992) Versiones modernas con Láser de experimentos antiguos. *Europhysics Conference Abstracts, 16-G, 185-186*.
- (18) Codirector, con Prof' A. Forteza, de los Proyectos: *Diseño y evaluación de Trabajos de experimentación para alumnos de 12 a 16 años* (Convocatoria de Grupos Precompetitivos 1987 de la UCM) y *La construcción de conocimientos de Ciencias Físicas en el ciclo 12/16* (Convocatoria de Ministerio/CIDE de Investigación Educativa de 1990).
- (19) Especialidad de Educación Primaria: Resolución de 26/12/1995 de la UCM, BOE de 19/1/1996.
- (20) LAHERA, J. y CERVELLÓ, J. (1995) Meteorología y Medio ambiente en la formación de profesores, en *La Didáctica de las Ciencias Experimentales a debate*. Murcia: Universidad, 281-297
- (21) Descriptor: contenidos, recursos metodológicos y materiales para el conocimiento de los aspectos físicos del medio natural.
- (22) De nuevo es útil los Equipos Noersted, especialmente para Fuerzas y Máquinas, del DCB, un tema recuperado. Se adquiere material básico para educación primaria.
- (23) Para los aspectos de Epistemología: FOUREZ, G. (1994) *La construcción del conocimiento científico*. Madrid: Narcea. Para los aspectos didácticos: HARLEN, W. (1989) *Enseñanza y aprendizaje de las Ciencias*. Madrid: MEC/Morata; OSBORNE, R. (1991) *El aprendizaje de las Ciencias*. Madrid: Narcea. Para el bloque III: HECHT, E. (1987) *Física en perspectiva*. México: Adisson.
- (24) Descriptor: El trabajo experimental. Primeros procesos científicos: observación, clasificación y medida.
- (25) En conexión con esta problemática, soy codirector, con Prof'. A. Forteza del Proyecto *Los procesos científicos en el área de Ciencias de la Naturaleza de ESO. Un planteamiento de investigación en Ciencias Físicas* (Convocatoria Ministerio/CIDE de Investigación Educativa de 1996).
- (26) Me impulsa a proponer esta asignatura el haber realizado, como director, el Proyecto Introducción de la Física cuántica en el Bachillerato. *Bases experi-*



- mentales y conceptuales en una perspectiva de formación cultural* (Convocatoria del Ministerio de Proyectos de cooperación entre departamentos universitarios y de Institutos de Educación Secundaria de 1995).
- (27) LAHERA, J. (1995) *Introducción a la Física moderna en la enseñanza secundaria*. Madrid: Síntesis.