



**UAEM**

Universidad Autónoma  
del Estado de México



Universidad Autónoma del Estado de México • Secretaría de Docencia • Dirección de Estudios Profesionales

# **Universidad Autónoma del Estado de México**

## **Licenciatura en Física 2003**

**Programa de Estudios:**

**Teoría de Solitones**



**UAEM**

Universidad Autónoma  
del Estado de México



Universidad Autónoma del Estado de México • Secretaría de Docencia • Dirección de Estudios Profesionales

## I. Datos de identificación

Licenciatura **Física 2003**

Unidad de aprendizaje **Teoría de Solitones.** Clave

Carga académica **4** **2** **6** **10**

Horas teóricas

Horas prácticas

Total de horas

Créditos

Período escolar en que se ubica **1** **2** **3** **4** **5** **6** **7** **8** **9**

Seriación **Ninguna** **Ninguna**

UA Antecedente

UA Consecuente

### Tipo de Unidad de Aprendizaje

Curso ☐ Curso taller ☒

Seminario ☐ Taller ☐

Laboratorio ☐ Práctica profesional ☐

Otro tipo (especificar)

### Modalidad educativa

Escolarizada. Sistema rígido ☐ No escolarizada. Sistema virtual ☐

Escolarizada. Sistema flexible ☒ No escolarizada. Sistema a distancia ☐

No escolarizada. Sistema abierto ☐ Mixta (especificar)

### Formación común

Biología 2003 ☐ Biotecnología 2010 ☐

Matemáticas 2003 ☐

### Formación equivalente

#### Unidad de Aprendizaje

Biología 2003

Biotecnología 2010

Matemáticas 2003



**UAEM**

Universidad Autónoma  
del Estado de México



Universidad Autónoma del Estado de México • Secretaría de Docencia • Dirección de Estudios Profesionales

## II. Presentación

Existen estructuras con características muy peculiares contra intuitivos que tienen lugar en varias ramas totalmente diferentes de la física para explicar transporte de energía, información etc. Estas estructuras llamados solitones son soluciones exactas de ecuaciones diferenciales no lineales de la física matemática. Se tiene una gran cantidad de sistemas no lineales que se resuelven exactamente importantes desde el punto de vista de la física. Dentro de los ejemplos recientes están las soluciones acotadas de las ecuaciones de Einstein, soluciones exactas del modelo cuántico de Sine Gordon que se puede ligar al modelo de Ising.

Este curso pretende introducir a los estudiantes de física cuyo tema principal son los solitones. Las aplicaciones en diferentes ramas de la física así como también en la técnica serán algunos puntos importantes a tratar.

Las competencias que se pretenden desarrollar en este curso son las de investigar, modelar, aplicar y divulgar.

## III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular

Núcleo de formación:

Integral

Área Curricular:

Física Matemática

Carácter de la UA:

Optativa

## IV. Objetivos de la formación profesional.

### Objetivos del programa educativo:

Formar especialistas con conocimientos de la Física teórica, experimental y computacional que les permitan participar en la generación, aplicación y difusión de los mismos, colaborando en la solución de problemas de índole social y natural que requieran del conocimiento científico.

### Objetivos del núcleo de formación:

Proporcionar una visión integradora de carácter interdisciplinario, multidisciplinario y transdisciplinario para adquirir conocimientos específicos de su interés en los diversos escenarios donde tiene lugar la profesión del Físico.

**Objetivos del área curricular o disciplinaria:**

Proporcionar el formalismo matemático y los métodos específicos que permitan el estudio de problemas de la física contemporánea.

**V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.**

Aplicar los métodos numéricos y analíticos de las ecuaciones diferenciales no lineales cuyas soluciones son de tipo solitónico.

El alumno tendrá la capacidad de plantear y resolver problemas fundamentales de la física de ondas. Así como aplicar el conocimiento relativo a que en el caso de ondas no lineales ya no existe un formalismo único de estudio como el formalismo de Fourier para las ondas lineales.

**VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje y su organización****Unidad 1.** Sistemas lineales y no lineales

- 1.1 Conceptos fundamentales.
- 1.2 Dispersión, no linealidad, disipación.
- 1.3 Descubrimiento del soliton, KdV ecuación
- 1.4 El fenómeno recurrente de Fermi Pasta Ulam
- 1.5 Procesos físicos no lineales.
- 1.6 Generalización de la ecuación de KdV.

**Unidad 2.** Formalismos clásicos

- 2.1 Sistema totalmente integrables.
- 2.2 Sistemas Bihamiltonicos
- 2.3 Problema de dispersión cuántica, Ecuación de Schrodinger. Espectros.
- 2.4 Propiedades de los datos de dispersión
- 2.5 Coeficiente de reflexión y la fórmula integral de Cauchy

**Unidad 3.** No linealidad, KdV

- 3.1 Representación de Lax para KdV.
- 3.2 Dispersión inversa. Soluciones N solitónicas



**UAEM**

Universidad Autónoma  
del Estado de México



Universidad Autónoma del Estado de México • Secretaría de Docencia • Dirección de Estudios Profesionales

- 3.3 Ecuación de Gelfand Levitan Marchenko.
- 3.4 Espectro discreto de la ecuación de schrodinger
- 3.5 Transformación Inversa de dispersión
- 3.6 N soluciones solitonicas para KdV

#### **Unidad 4.** Ecuación Nolineal de Schrodinger (ENS)

- 4.1 Envolventes y localización nolineal.
- 4.2 Ondas nolineales de una cadena de pendulos. Fibras opticas.
- 4.3 Leyes de Conservación, Teorema de Nother
- 4.4 Método inverso de dispersión para integrar la ENS
- 4.5 Líneas eléctricas nolineales
- 4.6 Solitones en Fibras ópticas y otros proceso naturales.
- 4.7 Generalización de la ENS

#### **Unidad 5.** Solitones Topológicos.

- 5.1 Sistema mecánico de cadena de péndulos.
- 5.2 Superficie de curvatura constante. Ecuación de Sine Gordón
- 5.3 Soluciones de la Ecuación de Sine Gordón
- 5.4 Uniones de Josephson
- 5.5 Linearización alrededor de solitón de SG
- 5.6 Teoría  $\phi^4$  y  $\phi^6$
- 5.7 Interacción de solitones. Estados enlazados.

#### **Unidad 6.** Algunos modelos importantes

- 6.1 Dislocaciones en cristales
- 6.2 Frenkel kontorova modelo
- 6.3 Método de coordenadas colectivas
- 6.4 Solitón de SG interactuando con impureza
- 6.5 Paredes de dominio.



## VII. Sistema de Evaluación

Se realizarán tres evaluaciones parciales:

- 1ª. Evaluación (Unidad I y II): Preguntas teóricas, problemas y tareas.
- 2ª. Evaluación (Unidad III y IV): Problemas y tareas.
- 3ª. Evaluación (Unidad V): Problemas y tareas.

Nota:

Los exámenes escritos tienen un peso del 70 % de la calificación total. Las tareas un 20 % y 10 % en participaciones y exposiciones.

## VIII. Acervo Bibliográfico

Wahlquist: in Backlund Transformations, Ed. By R. Miura, Lecture Notes Math. Vol. 515(Springer, Berlin Heidelberg 1976)

M.J. Ablowitz, H. Segur: Solitons and the Inverse Scattering Transform (SIAM, Philadelphia 1981)

S. V. Manakov, S.P. Novikov, L.P. Pitaevsky, V. E. Zakharov: Theory of Solitons (Nauka, Moscow 1980)

F. Calogero, A. Degasperis: Spectral Transform and Solitons Vol. 1 ( North Holland, Dordrecht, 1982)

Linear and Nonlinear Waves, G. B. Whitham , Editorial John Wiley & sons. 2004

R. Dodd: Solitons and Nonlinear Wave Equations (Academic, New York 1984)

Nonlinear Waves, T. Taniuti. Pitman Publishing Ltd. 1983..