
III Escuela Venezolana de Relatividad, Campos y Astrofísica

Nilton O. Santos
Fernando Quevedo
José Franco

Universidad de Los Andes
Facultad de Ciencias
Mérida, Venezuela

Noviembre, 1997

Editor:
Héctor Rago

Diagramación:
Mayerlin Uzcátegui

Portada:
Luis José Angulo N.

Impresión:
Luis José Angulo N./ Carlos Ferrer Orta
Digital Impresos

Todos los derechos reservados.
Prohibida su reproducción total y/o parcial
por cualquier medio, salvo para fines académicos,
sin previa autorización del editor.

©1997

Deposito de Ley LF 2521997530263
ISBN: 980-292-681-7

Escuela Venezolana de Relatividad, Campos y Astrofísica

Prefacio

En el presente volumen el lector encontrará las clases impartidas por los expositores invitados a participar en la III Escuela Venezolana de Relatividad, Campos y Astrofísica. Esta tercera edición de la Escuela se realizó durante los días 2 y 7 de noviembre de 1997 en su sede permanente, la Facultad de Ciencias de la Universidad de Los Andes, en La Hechicera, Mérida, Venezuela.

Como en las dos Escuelas anteriores, seguimos creyendo en la urgencia de que los practicantes, veteranos o principiantes de las disciplinas como la física teórica, la relatividad, la teoría cuántica de campos y la astrofísica; confluyan en un mismo espacio y un mismo tiempo discutiendo, compartiendo certezas y dudas, aprendiendo y enseñando las diversas caras de su pasión común.

Los autores y sus capítulos

El libro consta de tres partes. La primera es responsabilidad de un relativista, Nilton Santos. Investigador del Observatorio Nacional en Rio de Janeiro, Brasil. El Doctor Santos ha contribuido con numerosas publicaciones al estudio del colapso gravitacional, a la interpretación física y geométrica de soluciones de las ecuaciones de Einstein y al entendimiento de soluciones cosmológicas que pudieran modelar nuestro universo. El curso del Prof. Santos se titula "*Simetría cilíndrica en Relatividad General*".

La segunda parte es autoría de un "cuerdista", Fernando Quevedo, investigador durante varios años del CERN (Ginebra). Actualmente trabaja en el Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). El Doctor Quevedo ha hecho relevantes aportes en física de partículas elementales y teoría cuántica de campos, concretamente en diversos aspectos de la teoría de supercuerdas y su posible vinculación con la cosmología. Su curso se llama "*¿Física y Supercuerdas?*".

Finalmente, la tercera y última parte del libro es obra del astrofísico José Franco, del Instituto de Astronomía de la Universidad Autónoma de México (UNAM). Desde 1978 el Profesor Franco se ha dedicado a la investigación de procesos físicos relacionados con la evolución del medio interestelar, en particular contribuyendo en áreas como la formación estelar, remanentes de supernovas y formaciones de jets. El título del curso del Doctor Franco es "*Medio interestelar y formación estelar*".

Agradecimientos

La puesta en marcha y la realización de una idea como la de la Escuela Venezolana de Relatividad, Campos y Astrofísica, requiere de la participación y del apoyo definitivo de diferentes instituciones y dependencias, y por supuesto, del esfuerzo de muchas personas. El Comité Organizador de esta III Escuela, formado por los profesores Umberto Percoco (coordinador), Mario Cosenza, Alejandra Melfo, Nelson Pantoja, Antonio Parravano y Héctor Rago quieren y deben agradecer a las siguientes instancias, cuyo aporte fue relevante para el montaje de la Escuela:

- Consejo de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Venezuela, (CONICIT).
- Centro Internacional de Física Teórica (ICTP), de Trieste, Italia.
- Fundacite-Mérida.
- Fundación Polar
- Consejo de Desarrollo Científico Humanístico y Tecnológico de la Universidad de Los Andes (CDCHT-ULA)
- Centro de Estudios de Postgrado (CEP) de la Universidad de Los Andes
- Facultad de Ciencias y sus autoridades.
- Centro de Astrofísica Teórica de la Universidad de Los Andes (CAT)
- Grupo de Física Teórica de la Universidad de Los Andes
- Postgrado en Física Fundamental, de la Universidad de Los Andes
- Jefatura del Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes.

Entre las personas que brindaron su esfuerzo para hacer realidad esta tercera Escuela, el Comité Organizador desea manifestar un cálido agradecimiento a

- Helga Malavé, Productora Ejecutiva de la(s) Escuela(s), por su derroche de solidaridad e imaginación y por supuesto, por su capacidad organizativa.
- Mayerlin Uzcátegui, por su versatilidad y profesionalismo en la diagramación de este libro.
- Héctor Hernández, diseñador de la página web de la Escuela:

<http://ogion.ciens.ula.ve/escuela/info.html>

Finalmente, a los participantes, estudiantes y profesores, esencia misma de la Escuela y sin los cuales la idea misma pierde sentido. Queda una vez más ratificada la sospecha de que más allá de las dificultades y obstáculos inevitables, el esfuerzo valió la pena. La Escuela continúa.

Índice General

I Simetrías Cilíndricas en Relatividad General.

Nilton O. Santos

1

1 Introducción

3

2 El Espaciotiempo de Levi-Civita

5

2.1	Introducción	5
2.2	Ecuaciones de Campo	5
2.3	Geodésicas	6
2.4	Geodésicas Circulares	7
2.5	Escalares de Cartan	8
2.6	Límite newtoniano y el efecto Aharanov-Bohm	9
2.7	Espaciotiempo interior	10
2.7.1	Cúmulo de polvo homogéneo	11
2.7.2	Cúmulo de polvo con rotación constante	13

3 El Espaciotiempo de Lewis

15

3.1	Introducción	15
3.2	Ecuaciones de Campo	15
3.3	Geodésicas	17
3.4	Geodésicas Circulares	18
3.5	Espaciotiempo interior	19
3.6	Escalares de Cartan	21
3.7	Límite newtoniano y el efecto Aharanov-Bohm en la clase de Weyl	23

4 Geodésicas en Espaciotiempo de la clase de Weyl

25

4.1	Introducción	25
4.2	Geodésicas circulares	25
4.2.1	Caso $b = 0, c \neq 0$	25
4.2.2	Caso $b \neq 0, c = 0$	27
4.3	Geodésicas	28
4.3.1	Caso $b = 0, c \neq 0$	28
4.3.2	Caso $b \neq 0, c = 0$	30

5	El Espaciotiempo de van Stockum	31
5.1	Introducción	31
5.2	Polvo acoplado al espaciotiempo de Lewis rotando rígidamente	31
5.3	Geodésicas en el espacio de van Stockum	34
5.4	Movimiento Geodésico en el espaciotiempo de van Stockum	34
5.5	Discusión y Conclusiones	39
6	Espaciotiempo de Levi-Civita con Constante Cosmológica	41
6.1	Introducción	41
6.2	Ecuaciones de Campo	41
6.3	Integración de las Ecuaciones de Campo	42
6.4	Algunos Comentarios	44
7	Espaciotiempo de Lewis con Constante Cosmológica	45
7.1	Introducción	45
7.2	Ecuaciones de Campo	45
7.3	Integración de las Ecuaciones de Campo	46
7.4	Transformación de Variables	48
7.5	Algunos Comentarios	49
8	Apéndice A	51
	Bibliografía	53
II	¿Supercuerdas y Física?.	
	<i>Fernando Quevedo</i>	55
9	Introducción	59
10	Construcción de modelos de cuerdas	63
10.1	Compactificaciones Toroidales	65
10.2	Compactificaciones Orbifold	67
10.3	Compactificaciones Calabi-Yau	69
10.4	Construcciones Fermiónica, Bosónica y Coset	72
11	Acciones efectivas en 4D	75
11.1	Acoplamiento al nivel árbol	76
11.2	Correcciones de Lazo	80
12	Resultados que no dependen de los modelos	83

13 Rompimiento de supersimetría	87
13.1 Condensación de calibrinos	87
13.2 Términos para el rompimiento suave de SUSY	91
13.3 Escenarios para el rompimiento de SUSY	93
14 Dualidades de los acoplamientos fuerte/débil	97
15 Discusión	101
Bibliografía	107
III Propiedades Globales del Medio Interestelar y de la Formación Estelar.	
<i>José Franco</i>	115
16 Introducción	119
17 La Física Básica	121
17.1 La distribución de masa	121
17.2 Las fuentes de energía y de momento	123
17.2.1 Fuentes radiativas	123
17.2.2 Fuentes “mecánicas”	125
17.3 Los campos magnéticos	127
17.4 La composición química	127
18 Escenarios globales de la Formación Estelar	129
18.1 Formación Inducida por Agentes Externos	129
18.1.1 Colisiones entre Nubes	130
18.1.2 Brazos Espirales	132
19 Formación Estelar Autoinducida	137
19.1 Energía Mecánica	137
19.1.1 Estrellas Masivas	138
19.1.2 Estrellas de Baja Masa	139
19.2 Radiación	139
20 Algunos Resultados Observacionales y Comentarios Finales	141
Bibliografía	147
