



# INSTITUTO AVANZADO DE COSMOLOGIA

insacos@gmail.com

## Proyectos de Investigación

Los proyectos de investigación están divididos en tres ramos: Numéricos, Fenomenológicos, Teóricos (la división es, por supuesto, arbitraria y no tiene importancia).

### I) Numéricos

#### i) Título: Modificación de Códigos Cosmológicos Numéricos

**Coordinador:** Luis Ureña      lurena@fisica.ugto.mx

**Propuesta:**

Estudio y modificación de las herramientas computacionales disponibles para el análisis de los datos experimentales obtenidos de la Radiación del Fondo Cósmico (RFC). Inclusión de diversos modelos de materia oscura y energía oscura en los programas numéricos, y estudio de su influencia en la RFC; de igual manera, utilización de los datos experimentales para obtener restricciones a los valores de los parámetros libres de los modelos propuestos. Elaboración de paquetes didácticos y notas de curso para ser incluidas en cursos de Cosmología impartidos en el país.

**Participantes:**

Miguel Alcubierre (ICN-UNAM),  
Ruben Cordero (ESFM-IPN),  
Axel de la Macorra (IF-UNAM),  
Alma Gonzalez (ICN-UNAM),  
Arturo Huerta (IFM-UMSNH),  
Erandy Ramirez (CINVESTAV),  
Mayra Reyes (IFUG)  
Marcelo Salgado (ICN-UNAM),  
L. Arturo Urena-Lopez (IFUG),

malcubi@nucleares.unam.mx  
cordero@esfm.ipn.mx  
macorra@fisica.unam.mx  
alma.gonzalez@nucleares.unam.mx  
avelino@ifm.umich.mx  
erandy@fis.cinvestav.mx  
mreyes@fisica.ugto.mx  
marcelo@nucleares.unam.mx  
lurena@fisica.ugto.mx

## ii) Título: Grupo de N-cuerpos

**Línea de trabajo: Estudio numérico de formación de estructura de modelos de materia oscura no-fría.**

**Coordinador:** Mario Alberto Rodríguez Meza (mar@nuclear.inin.mx)

### **Propuesta:**

El principal objetivo es el estudio y formación de estructura a gran escala usando modelos alternativos de materia oscura no-fría. En este marco debemos entonces hacer una revisión de los códigos numéricos de N-cuerpos que están disponibles, que son un estándar, y en su caso plantear e implementar nuestros propios códigos numéricos. Hacer estudios puramente numéricos, es decir, hacer análisis de estabilidad, convergencia y de consistencia numéricas. Hacer una búsqueda de las pruebas cosmológicas o modelos estándar (desde el punto de vista numérico). Pasamos entonces al planteamiento de los modelos alternativos y desarrollamos su implementación numérica. Finalmente hacemos las pruebas numéricas, contrastamos contra los modelos cosmológicos estándar, hacemos predicciones y comparamos si es posible con las observaciones cosmológicas.

### **Participantes:**

Juan Magaña Zapata,	jmagana@astroscu.unam.mx
Francisco S. Guzmán,	guzman@ifm.umich.mx
Ruslan Gabbasov,	ruslan@nuclear.inin.mx
Alma X. González	Morales, alma.gonzalez@nucleares.unam.mx
Alejandro Carrillo,	alex@astroscu.unam.mx
Jorge Cervantes Cota,	jorge@nuclear.inin.mx
Blanca Lucía Moreno Ley,	ichiban_manga@hotmail.com
Tonatiuh Matos,	tmatos@fis.cinvestav.mx

## iii) Título: Estadística

**Línea de trabajo: Estadística**

**Coordinador:** Ulises Nucamendi Gómez ulises@ifm.umich.mx

### **Propuesta:**

Realizar el análisis estadístico de datos observacionales para extraer de ellos la información necesaria que nos permita comprara modelos cosmológicos con observaciones.

Se pretende familiarizarse con las técnicas estadísticas convencionales en el análisis de datos y el aprendizaje y dominio de la técnicas de estimación a traves de la estadística bayesiana. También, se pretende el aprendizaje, manejo y desarrollo de software para el análisis estadísticos de los diferentes datos observacionales.

### **Participantes:**

Ulises Nucamendi Gomez	ulises@ifm.umich.mx
Vladimir Avila-Reese	avila@astroscu.unam.mx
Arturo Huerta (IFM-UMSNH),	avelino@fm.umich.mx
Erandy Ramirez (CINVESTAV),	erandy@fis.cinvestav.mx
Mayra Reyes (IFUG)	mreyes@fisica.ugto.mx
L. Arturo Urena-Lopez (IFUG),	lurena@fisica.ugto.mx
Leonardo Quintanar	el_leo_xyz@yahoo.com.mx
Argelia Bernal	abernal@fis.cinvestav.mx
Alain Ulacia Rey	alain@icmf.inf.cu

## II) Fenomología

**iv) Título: Pruebas astrofísicas a los modelos de materia oscura y a las teorías alternativas de la gravedad.**

**Coordinador:** Octavio Valenzuela <octavioval@gmail.com>

**Propuesta:**

Se buscará definir pruebas astrofísicas que permitan decidir entre diferentes modelos de materia oscura, así como entre diferentes teorías de la gravedad. Se dará especial énfasis a pruebas en el Grupo Local de galaxias y nuestra propia galaxia, que sean sensibles a las propiedades de la partícula de materia oscura o a modificaciones de las ecuaciones del campo gravitacional.

**Participantes:**

Octavio Valenzuela	octavio@astroscu.unam.mx
Xavier Hernandez	xavier@astroscu.unam.mx
Vladimir Avila	avila@astroscu.unam.mx
Argelia Bernal	argelia@ifm.umich.mx
Alejandro Carrillo	alex@astroscu.unam.mx
Jorge Cervantes	jorge@nuclear.inin.mx
Ruben Cordero	cordero@esfm.ipn.mx
Luis Corral	luis@nucleares.unam.mx
Axel de la Macorra	macorra@fisica.unam.mx
Alma Gonzalez	alma.gonzalez@nucleares.unam.mx
Francisco S. Guzman	guzman@ifm.umich.mx
Juan Magana Zapata	jmagana@astroscu.unam.mx
Eva Martinez Palafox	evam@astroscu.unam.mx
Myriam Mondragon	myriam@fisica.unam.mx
Lukas Nellen	lukas@nucleares.unam.mx
Gabriella Piccineli	gabriela@astroscu.unam.mx
Alain Ray	alain@icmf.inf.cu
Mario Rodriguez	mar@nuclear.inin.mx

**v) Título: Cosmo-partículas: los casos del WDM y el SI-DM**

**Coordinador:** Vladimir Avila-Reese (avila@astroscu.unam.mx)

**Propuesta:**

Los resultados de la evolución lineal y no lineal de la evolución de perturbaciones dependen crucialmente del tipo de partículas exóticas oscuras que se tomen como materia oscura. Estos resultados consisten principalmente en predicciones sobre la distribución, estructura y subestructura de halos oscuros de galaxias y de cúmulos de galaxias, predicciones que pueden ser en cierta manera confrontadas con las observaciones astronómicas. De esta manera, los modelos de formación de estructuras confrontados con las observaciones son

capaces de ofrecer ciertas restricciones a las propiedades de las partículas exóticas. Dichas restricciones tienen que ser traducidas apropiadamente al lenguaje de teorías de partículas elementales para encontrar también una viabilidad teórica. Y de aquí, en un análisis heurístico, se puede proceder con el enfoque inverso, es decir fijadas con más precisión las propiedades de partículas exóticas candidatas, usar estas propiedades en los modelos de formación de estructura para hacer predicciones más exactas.

Como casos concretos de la exploración sugerida, planteamos los modelos de: a) WDM (partículas tibias que producen un corte a escalas pequeñas en el espectro de potencia así como introducen velocidades térmicas no despreciables) y b) SI-DM (partículas frías o tibias que auto-interactúan con secciones de choque pequeñas y posiblemente dependientes de la velocidad de choque produciendo efectos dinámicos en las partes centrales de los halos virializados de materia oscura, tal como la expansión del núcleo).

**Participantes:**

Gabriella Piccinelli	<a href="mailto:gabriela@astroscu.unam.mx">gabriela@astroscu.unam.mx</a>
Myriam Mondragon	<a href="mailto:myriam@fisica.unam.mx">myriam@fisica.unam.mx</a>
Lukas Nellen	<a href="mailto:lukas@nucleares.unam.mx">lukas@nucleares.unam.mx</a>
Axel de la Macorra	<a href="mailto:axel@fisica.unam.mx">axel@fisica.unam.mx</a>
Octavio Valenzuela	<a href="mailto:octavio@astroscu.unam.mx">octavio@astroscu.unam.mx</a>

**vi) Título: Reconstrucción de la Energía Oscura**

**Coordinador:** Luis Ureña [lurena@fisica.ugto.mx](mailto:lurena@fisica.ugto.mx)

**Propuesta:**

Presentar nuevos métodos para parametrizar la energía oscura de tal manera que sea independiente de cualquier modelo en particular, con el objetivo de restringir el valor de los parámetros libres y buscar el modelo que mejor ajuste a las observaciones actuales. El esfuerzo se enfocara en el estudio de observaciones mas directamente relacionadas con la naturaleza propia de la energía oscura, tales como las supernovas tipo Ia y los destellos de rayos gamma.

**Participantes:**

Axel de la Macorra (IF-UNAM),	<a href="mailto:macorra@fisica.unam.mx">macorra@fisica.unam.mx</a>
Jaime Besprosuany, (IF-UNAM),	<a href="mailto:bespro@fisica.unam.mx">bespro@fisica.unam.mx</a>
Arturo Huerta (IFM-UMSNH),	<a href="mailto:avelino@fm.umich.mx">avelino@fm.umich.mx</a>
Gabirella Piccinelli	<a href="mailto:gabriela@astroscu.unam.mx">gabriela@astroscu.unam.mx</a>
Erandy Ramirez (CINVESTAV),	<a href="mailto:erandy@fis.cinvestav.mx">erandy@fis.cinvestav.mx</a>
Mayra Reyes (IFUG)	<a href="mailto:mreyes@fisica.ugto.mx">mreyes@fisica.ugto.mx</a>
L. Arturo Urena-Lopez (IFUG),	<a href="mailto:lurena@fisica.ugto.mx">lurena@fisica.ugto.mx</a>

**vii) Título: Campos Escalares como Materia Oscura**

## **Línea de trabajo: Estudio de la hipótesis del campo escalar como candidato a la materia oscura en el Universo.**

**Coordinador:** Tonatiuh Matos (tmatos@fis.cinvestav.mx)

### **Propuesta:**

El campo escalar es predicho por todas las teorías de unificación y ha resultado ser un excelente candidato alternativo de materia oscura. Este proyecto pretende continuar la investigación de este candidato como materia oscura cosmológica y galáctica.

### **Participantes:**

Gabriel German	gabriel@fis.unam.mx
Luis Ureña	lurena@fisica.ugto.mx
Francisco Siddhartha	guzman@ifm.umich.mx
Octavio Pimentel	lopr@xanum.uam.mx
Miguel Sabido	msabido@fisica.ugto.mx
Gabriella Piccinelli	gabriela@astroscu.unam.mx
Axel de la Machorra	macorra@fisica.unam.mx
Jorge Cervantes	jorgeqnuclear.inin.mx
Juan Aldebaran Zapata	jmagana@astroscu.unam.mx
Alberto Vazquez	jvazquez@fis.cinvestav.mx
Blanca Lucia Moreno	lmoreno@fis.cinvestav.mx
Alain Ulacia Rey	alain@icmf.inf.cu

## **viii) Título: Campos Escalares como Energía Oscura**

**Coordinador:** Axel de la Macorra macorra@fisica.unam.mx

### **Propuesta:**

El campo escalar ya sea fundamental o compuesto es el único candidato desde el punto de vista de teorías del campo para dar la energía oscura. En este proyecto se pretende organizar el estudio de campos escalares como energía oscura de una forma sistemática con la finalidad de por un lado explorar diferentes modelos teóricos como determinar fenomenológicamente los parámetros fundamentales del potencial escalar.

### **Participantes:**

Gabriel German	gabriel@fis.unam.mx
Luis Ureña	lurena@fisica.ugto.mx
Francisco Siddhartha	guzman@ifm.umich.mx
Octavio Pimentel	lopr@xanum.uam.mx
Miguel Sabido	msabido@fisica.ugto.mx
Tonatiuh Matos	tmatos@fis.cinvestav.mx
Gabriella Piccinelli	gabriela@astroscu.unam.mx
Axel de la Machorra	macorra@fisica.unam.mx
Jorge Cervantes	jorgeqnuclear.inin.mx
Blanca Lucia Moreno	lmoreno@fis.cinvestav.mx
Jaime Besprosuany,	bespro@fisica.unam.mx
Mayra Reyes (IFUG)	mreyes@fisica.ugto.mx
Lizbeth Fernandez	lizbeth@fisica-ugto-mx
Leonardo Quintanar	el_leo_xyz@yahoo.com.mx

**ix) Título: Estudio y caracterización del neutralino y de WIMPS como candidato a la materia oscura en el Universo.**

**Coordinador:** Luis G. Cabral Rosetti (luis@nucleares.unam.mx , lgcabral@ciidet.edu.mx )

**Propuesta:**

El neutralino es uno de los candidatos más populares a ser la componente mayoritaria de la Materia Oscura fría. Por esa razón, es muy importante estudiar desde el punto de vista fenomenológico las propiedades de dicha partícula y su posible observación en el laboratorio y/o en el cosmos.

**Participantes:**

Myriam Mondragón,	myriam@fisica.unam.mx
Lukas Nellen,	lukas@nucleares.unam.mx
Darío Núñez,	nunez@nucleares.unam.mx
Jesús Zavala,	jzavala@nucleares.unam.mx
Marcelo Salgado,	marcelo@nucleares.unam.mx
Herdando Quevedo,	quevedo@nucleares.unam.mx
Mario Rodríguez,	mar@nuclear.inin.mx
Gabriela Piccinelli,	gabriela@astroscu.unam.mx
Roberto Sussman,	sussman@nucleares.unam.mx
10.Gabriel Germán,	gabriel@fis.unam.mx
11.Ricardo Gaitan,	rgaitan@servidor.unam.mx
12.Tonatiuh Matos,	tmatos@fis.cinvestav.mx
13.Luis G. Cabral R.,	luis@nucleares.unam.mx

**x) Título: Reconstrucción de Lagrangeanos**

**Coordinador:** Roberto Sussman

### **III) Teóricos**

**xi) Título: Constante Cosmológica**

**Coordinador:** Darío Núñez

**Propuesta:**

Se pretende investigar sobre la naturaleza, posible origen y consecuencias observables de la constante cosmológica como fuente de energía oscura. Para ello se propone iniciar con seminarios sobre los artículos recientes en el tema, lo que ayudará a definir más específicamente los temas de investigación.

**Participantes:**

Jaime Besprosvany, Investigador, IF-UNAM,	bespro@fisica.unam.mx
Alma González, estudiante de doctorado, ICN,	alma.gonzalez@nucleares.unam.mx
Jesús Zavala, estudiante de doctorado, ICN,	jzavala@nucleares.unam.mx
Octavio Pimentel, Investigador, UAM-I,	lopr@xanum.unam.mx
Elisa Manrique, Estudiante postdoctoral, ?,	elisa@ifm.umich.mx
Myriam Mondragon, Investigadora, IF-UNAM,	myriam@fisica.unam.mx

Lukas Nellen, Investigador, ICN,  
Axel de la Macorra, Investigador, IF-UNAM,  
Luis Ureña, Investigador, Univ. de Guanajuato,  
Tonatiuh Matos, Investigador, CINVESTAV,

lukas@nucleares.unam.mx  
macorra@fisica.unam.mx  
lurena@fisica.ugto.mx  
tmatos@fis.cinvestav.mx

## **xii) Título: Teorías más allá del Modelo Estándar y su interacción con cosmología.**

**Coordinadora:** Myriam Mondragón myriam@fisica.unam.mx

### **Propuesta:**

Estudio de extensiones del Modelo Estándar (ME) que predigan la existencia de nuevas partículas y/o campos, en la interfase entre física de altas energías y cosmología. Algunos de las pruebas importantes que estos modelos deben pasar, es estar en concordancia con las observaciones y modelos cosmológicos exitosos. Así mismo, los modelos cosmológicos que tengan interacción con estas teorías deberán pasar las constricciones relevantes impuestas por los datos experimentales de partículas elementales.

### **Participantes:**

Vladimir Ávila	vladimir@astroscu.unam.mx
Argelia Bernal	abernal@fis.cinvestav.mx
Luis Cabral	luis@nucleares.unam.mx
Axel de la Macorra	macorra@fisica.unam.mx
Elisa Manrique	elisa@ifm.umich.mx
Myriam Mondragón	myriam@fisica.unam.mx
Lukas Nellen	lukas@nucleares.unam.mx
Darío Núñez	nunez@nucleares.unam.mx
Gabriela Piccinelli	gabriela@astroscu.unam.mx
Octavio Valenzuela	octavio@astroscu.unam.mx
Alain Vlacin Ray	alain@icmf.inf.cu, alain_vlacin@yahoo.ex
Jesús Zavala	jzavala@nucleares.unam.mx

## **xiii) Título: Modelos teóricos en cosmología.**

**Coordinador:** Leonardo Patiño Jaidar

### **Propuesta:**

El entender la naturaleza de piezas clave de la cosmología, como la energía oscura y la materia oscura, sigue representando un reto para la física moderna, pues se requiere de candidatos que reproduzcan la dinámica que se observa actualmente y que sean compatibles con las diferentes etapas que creemos que nuestro universo ha atravesado a lo largo de su existencia.

Los modelos para explicar cada uno de estos constituyentes son múltiples, pero es común que se requiera del ajuste fino de sus parámetros para reproducir las observaciones cosmológicas. Los valores de estos parámetros se convierten así en datos que solo se pueden incluir de forma empírica en los modelos.

Es por ello que para la explicación de estos elementos de la cosmología, resulta relevante buscar candidatos que aparezcan de manera natural en teorías desarrolladas en otros contextos y con la pretensión de explicar otros aspectos de la gravitación o física de

partículas, como los modelos de gravedad cuántica, supersimetría, modelos de no conmutatividad, etc. De esta manera, los candidatos y los parámetros incluidos en los modelos que los describen, serían cantidades derivadas y no solo fenomenológicas.

Algunas de las teorías que se desean estudiar en este proyecto son,

Cosmología en gravedad cuántica de lazos.

Cosmología en mundos brana.

Modelos de no conmutatividad

Modelos Taquiónicos

Cuantizaciones alternativas

**Participantes:**

Octavio Obregon	dgfm@xanum.uam.mx
Gerardo Garcia	naumis@fisica.unam.mx
Oscar Sabido Moreno	msabido@fisica.ugto.mx
Mike Ryan	ryan@nucleares.unam.mx
Hernando Quevedo	quevedo@nucleares.unam.mx
Hugo Morales	hugo@xanum.uam.mx
Elisa Manrique	elisa@ifm.umich.mx
Octavio Pimentel	lopr@xanum.uam.mx
J. Alberto Vázquez	javazquez@fis.cinvestav.mx
Argelia Bernal	abernal@fis.cinvestav.mx
Leonardo Quintanar	el_leo_xyz@yahoo.com.mx
Alain Ulacia Rey	alain@icmf.inf.cu
Tonatiuh Matos	tonatiuh.matos@fis.cinvestav.mx
Axel de la Macorra	macorra@fisica.unam.mx
Leonardo Patiño	jaidar@nucleares.unam.mx