



## Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

<b>Tutor/a:</b>	Lorenzo Luis Salcedo Moreno
<b>Departamento y Área de Conocimiento:</b>	Física atómica, molecular y nuclear
<b>Cotutor/a:</b>	
<b>Departamento y Área de Conocimiento:</b>	

<b>Título del Trabajo:</b> Variaciones sobre el método Monte Carlo			
<b>Tipología del Trabajo:</b> (Segun punto 3 de las Directrices del TFG aprobadas por Comisión Docente el 10/12/14)	(Marcar con X)	1. Revisión bibliográfica	
		2. Estudio de casos teórico-prácticos	X
		3. Trabajos experimentales	
		4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio	
		5. Elaboración de un proyecto	
		6. Trabajo relacionado con prácticas externas	

### Breve descripción del trabajo:

El método Monte Carlo es de amplio uso en Física y otras ramas de la ciencia y la ingeniería y forma parte del contenido del grado a través de asignaturas optativas. El método es potencialmente exacto y el principal problema es reducir la dispersión en las estimaciones de los valores esperados sin aumentar el esfuerzo de cálculo.

Varias son las líneas de trabajo posibles por las que podría optar el alumno. Entre otras:

1) Una de ellas consiste en examinar una idea para la reducción de varianza basada en el uso de relaciones exactas de tipo virial, también conocidas como ecuaciones de Schwinger-Dyson en el contexto de teorías de campos. Dichas relaciones existen en sistemas discretos y continuos y pueden usarse para monitorizar la validez de un cálculo Monte Carlo, pero también podrían usarse para mejorarlo.

2) Otra línea sería el estudio de varias versiones aún no exploradas del método de ponderación (reweighting), y su posible aplicación en el contexto de "probabilidades complejas" (en realidad pesos complejos), que aparecen en determinados casos físicos dentro del conocido como "problema del signo" (este problema aparece, por ejemplo, en QCD con densidad bariónica finita).

3) Otra línea, en el mismo contexto de "probabilidades complejas", sería analizar la validez de métodos existentes en la literatura, tales como (además del mismo reweighting) el "algoritmo complejo de Langevin", el método de "dedales de Lefschetz", o el recientemente propuesto "baño térmico complejo". En esta línea sería interesante hallar una versión compleja del método de Metropolis.

4) Otra línea sería estudiar la construcción de representaciones positivas directas para pesos complejos, de cara a su uso en cálculos Monte Carlo. En el contexto de probabilidades complejas  $P(x)$  en  $\mathbb{R}^n$ , una representación se refiere a una densidad de probabilidad  $\rho(z)$  en el plano complejo  $\mathbb{C}^n$ , modelada de modo que reproduzca los mismos valores esperados que  $P(x)$ , para los observables extendidos analíticamente. Hay cosas hechas para probabilidades definidas en  $\mathbb{R}^n$  y sobre grupos abelianos, pero muy poco para grupos más generales, tales como  $SU(n)$ , relevantes en teorías gauge no abelianas. También hay poco hecho para probabilidades definidas en espacios multidimensionales.

### Objetivos planteados:

El alumno/a examinará la validez y eficiencia de alguna de estas técnicas, sea nueva o ya existente.

### Metodología:

En los casos más simples, así como para el estudio de propiedades formales, se harán cálculos analíticos. En los casos más elaborados será necesario hacer simulaciones Monte Carlo. Para casos de prueba se puede usar un lenguaje como Mathematica, mientras que para un estudio más sistemático será necesario el uso de un lenguaje de programación compilado, por ejemplo Fortran.



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA



Facultad de Ciencias  
Sección de Físicas

**Bibliografía:**

- 1) L. L. Salcedo, <http://www.ugr.es/local/salcedo/public/fm/curso.pdf> (parte de Monte Carlo)
- 2) N. Madras, "Lectures on Monte Carlo Methods", The Fields Institute for Research in Mathematical Sciences, American Mathematical Society, 2002.
- 3) J.S. Liu, "Monte Carlo strategies in scientific computing", Springer, 2001
- 4) L.L. Salcedo, "Does the complex Langevin method give unbiased results?", Phys.Rev.D94(2016)114505.
- 5) L.L. Salcedo, "Gibbs sampling of complex valued distributions", Phys.Rev.D94(2016)074503.
- 6) L.L. Salcedo, "Existence of positive representations for complex weights", J.Math.Phys.38(1997)1710

***A rellenar sólo en el caso que el alumno sea quien realice la propuesta de TFG***

*Alumno/a propuesto/a:*

Granada, de 2017

Sello del Departamento