



## 1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

**Título:** Simulación de solitones topológicos a temperatura finita en aceleradores de hardware

**Descripción general** (resumen y metodología):

En una teoría de campos, los solitones topológicos son configuraciones no-triviales de los campos cuya estructura topológica hace que sean estables [1]. En gran parte de los sistemas en los que aparecen, se encuentran en un baño térmico que afecta a su comportamiento [2,3]. Una de las técnicas principales para su estudio en este régimen es el uso de simulaciones de Monte Carlo [4]. Estas son muy costosas computacionalmente, pero el uso de aceleradores de hardware como tarjetas gráficas (GPUs), permite paralelizar el cálculo y disminuir el tiempo de simulación en órdenes de magnitud [5]. En este trabajo, se realizarán este tipo de simulaciones para una teoría de campos bi-dimensional, que capture las propiedades más importantes que se observan en sistemas reales.

En primer lugar, se estudiará la teoría básica de solitones mediante libros de texto y artículos de investigación. A continuación, usando esta información, se determinará el sistema concreto a estudiar, de entre varias teorías de campos en dos dimensiones que contienen solitones. Una vez determinado el sistema, se escribirá el código para su simulación en paralelo en GPUs. Por último, se realizarán las simulaciones y se obtendrán algunas de las propiedades de los solitones del sistema en cuestión.

**Tipología:** Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática del Grado.

**Objetivos planteados:**

- Entender los conceptos principales de la teoría de solitones topológicos.
- Aprender a hacer uso de aceleradores de hardware para realizar simulaciones.
- Estudiar las propiedades de solitones a temperatura finita mediante simulaciones.

**Bibliografía básica:**

- [1] N. S. Manton and P. M. Sutcliffe, Topological solitons. Cambridge monographs on mathematical physics. Cambridge University Press, Cambridge, July, 2004.
- [2] Fert, A., Reyren, N. & Cros, V. Magnetic skyrmions: advances in physics and potential applications. Nat Rev Mater 2, 17031 (2017). <https://doi.org/10.1038/natrevmats.2017.31>.
- [3] J. C. Criado, V. V. Khoze and M. Spannowsky, Electroweak skyrmions in the HEFT, JHEP 12 (2021), 026 doi:10.1007/JHEP12(2021)026 [arXiv:2109.01596 [hep-ph]].
- [4] S. Buhrandt and L. Fritz, Skyrmion lattice phase in three-dimensional chiral magnets from Monte Carlo simulations, Phys. Rev. B \textbf{88} (2013) no.19, 195137 doi:10.1103/PhysRevB.88.195137 [arXiv:1304.6580 [cond-mat.str-el]].
- [5] J. C. Criado, S. Schenk, M. Spannowsky, P. D. Hatton and L. A. Turnbull, Simulating magnetic antiskyrmions on the lattice, Sci. Rep. \textbf{12} (2022) no.1, 19179 doi:10.1038/s41598-022-22043-0 [arXiv:2109.15020 [cond-mat.str-el]].

**Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:**

**Plazas:** 1

## 2. DATOS DEL TUTOR/A:

**Nombre y apellidos:** JUAN CARLOS CRIADO ÁLAMO

**Ámbito de conocimiento/Departamento:** FÍSICA TEÓRICA

**Correo electrónico:** jccriadoalamo@ugr.es

**3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):**

**Nombre y apellidos:**

**Ámbito de conocimiento/Departamento:**

**Correo electrónico:**

**4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):**

**Nombre y apellidos:**

**Correo electrónico:**

**Nombre de la empresa o institución:**

**Dirección postal:**

**Puesto del tutor en la empresa o institución:**

**5. DATOS DEL ESTUDIANTE:**

**Nombre y apellidos:**

**Correo electrónico:**