Avalado por:

Andrés Fernando Reyes Lega

Título:

Ambigüedades cuánticas en entropías y teoría modular

Descripción:

Resumen:

Haciendo uso de la teoría modular de Tomita-Takesaki se estudian las ambigüedades que surgen en el cálculo de entropías dentro del contexto de la aproximación algebraica a la física. Se construyen los operadores modulares para estados fieles sobre operadores acotados en espacios de Hilbert de dimensión finita. Con estos se logra caracterizar la ambigüedad de la entropía en este tipo de sistemas generalizando el trabajo previo de Balachandran, et al[1]. Este procedimiento es generalizado a espacios de configuración homogéneos G/H, donde se observa el mismo fenómeno[2]. Además, se estudia la relación de los operadores modulares en sistemas de una partícula sobre el círculo y la anomalía producida por la operación de paridad[3].

Objetivos:

- Entender el papel de la teoría de Tomita-Takesaki en el estudio de anomalías cuánticas.

- Hallar una caracterización adecuada de la entropía en sistemas susceptibles a tratamiento algebraico.

- Continuar con el estudio de álgebras de von Neumann que permitirá desarrollar mi trabajo de grado.

Justificación:

La aproximación algebraica a la física nace de la necesidad de estudiar sistemas definidos por álgebras de observables sin representaciones únicas en un espacio de Hilbert[4]. Su poder recae en la transparencia del significado de sus actores principales: el álgebra de observables y sus estados. Al reducir el papel del espacio de Hilbert a una cantidad emergente surgen problemas en los cálculos usuales de cantidades físicas. En este trabajo nos enfocaremos en los cálculos de entropía. Proponemos hacer uso de la construcción GNS para construir un espacios de Hilbert en los cuales estados son representan mediante matrices densidad[5]. Sin embargo, el trabajo de Balachandran, et al., ha mostrado que la entropía en esta construcción no es única. Junto con los profesores Aiyalam Balachandran y Andrés Reyes, así como la candidata doctoral Souad Tabban, proponemos que esta ambigüedad puede ser estudiada mediante la construcción de los operadores modulares de Tomita-Takesaki a la representación GNS.

Fecha inicio:

2 de julio del 2018

Fecha fin:

2 de julio del 2019

Nombre grupo de investigación:

Teoría de Campos & Física-Matemática

Línea de Investigación:

- Aplicación de métodos geométricos, topológicos y algebraicos a la física.

- Teoría cuántica de campos.

- Mecánica estadística.

- Teoría de la información.

Consideraciones Éticas:

Debido a la naturaleza teórica de este trabajo se citarán apropiadamente a todas las personas cuyo trabajo se haya utilizado para el desarrollo del texto propuesto. Además, se hará reconocimiento a la Universidad de los Andes y a todas las otras entidades cuyo soporte financiero ayude al desarrollo de este trabajo.

Método:

El trabajo se desarrollará mediante el apoyo constante del asesor y el resto del grupo Teoría Cuántica de Campos & Física-Matemática. Este apoyo se evidenciará en reuniones semanales destinadas a socializar el progreso hecho por cada miembro y las nuevas preguntas que surjan. Además, se espera fortalecer la relación entre los departamentos de Física y Matemáticas de la Universidad de los Andes mediante el trabajo conjunto. La naturaleza de los métodos utilizados en el desarrollo de este trabajo permitirá la colaboración para la resolución de problemas de índole matemático que surgen en la investigación de ambos departamentos. Finalmente, se espera lograr desarrollar relaciones con entidades académicas a nivel nacional e internacional. Esto se hará mediante la participación activa (presentación de charla o poster) en al menos una conferencia de física-matemática.

Resultados esperados:

- Interpretar la relación que ya encontramos entre el operador de conjugación modular y las ambigüedades de entropía para estados fieles sobre los operadores acotados en espacios de Hilbert de dimensión finita.

- Realizar la construcción de los operadores modulares para el caso de un círculo R/Z y relacionarlos con la anomalía de paridad encontrada por Balachandran.

- Encontrar un método general para construir operadores modulares en espacios homogéneos G/H. En el caso que H sea finito y no abeliano relacionar la conjugación modular a las ambigüedades de entropía guiados por el trabajo previo sobre espacios de Hilbert de dimensión finita.

Literatura citada:

[1] A. P. Balachandran, A. R. de Queiroz, and S. Vaidya, “Entropy of quantum states: Ambiguities,” European Physical Journal Plus, vol. 128, no. 10, 2013.

[2] A. P. Balachandran, A. R. de Queiroz, and S. Vaidya, “Quantum entropic ambiguities: Ethylene,” Physical Review D, vol. 88, no. 2, 2013.

[3] A. P. Balachandran and A. R. de Queiroz, “Mixed States from Anomalies,” Physical Review D, vol. 85, no. 2, 2012.

[4] R. Haag, Local Quantum Physics: Fields, Particles, Algebras. Springer, 2nd ed., 1992.

[5] A. P. Balachandran, T. R. Govindarajan, A. R. de Queiroz, and A. F. Reyes-Lega, “Algebraic Approach to Entanglement and Entropy,” Physical Review A, vol. 88, no. 2, 2013.

[6] A. Uhlmann, “Roofs and convexity,” Entropy, vol. 12, no. 7, pp. 1799–1832, 2010.

[7] N. Landsman, “Lie grupoid C\*-algebras and Weyl quantization,” Communications in Mathematical Physics, vol. 206, no. 2, pp. 367-381, 1999.

[8] H. Grosse, W. Malderner, and C. Reitberger, “Can Anomalies Melt?,” 1993

Productos:

* Publicación en revista indexada.
* Presentación de charla o poster en al menos una conferencia de física-matemática.

Cronograma:

Fecha:

2 de julio al 1 de agosto del 2018

Actividad:

Construcción de los operadores de Tomita-Takesaki para el círculo. Estudio de su relación con la anomalía de paridad.

Fecha:

1 de agosto al 1 de septiembre del 2018

Actividad:

Interpretación de la ambigüedad en la entropía para estados fieles en el álgebra de operadores acotados de un espacio de Hilbert de dimensión finita. Se hará uso de la construcción de techos convexos[6].

Fecha:

1 de septiembre al 1 de noviembre del 2018

Actividad:

Construcción del grupo de transformación C\* para el caso de espacios de configuración G/H[7].

Fecha:

1 de noviembre al 28 de noviembre del 2018

Actividad:

Construcción de los operadores modulares para el caso de espacios de configuración G/H y relacionarlos con la ambigüedad en la entropía.

Fecha:

28 de noviembre al 21 de diciembre del 2018

Actividad:

Se espera presentar resultados en alguno de los congresos que sucederán en el Mes de la Física-Matemática en Chile:

* 2do Coloquio Magallánico de Matemática y Física (28-30 de noviembre)
* Spectral Theory and Mathematical Physics (3-7 de diciembre)
* Random Physical Systems (11-15 de diciembre)
* Results in Contemporary Mathematical Physics (17-21 de diciembre)

Fecha:

15 de enero del 2019 al 1 de marzo del 2019

Actividad:

Redacción del texto para publicación en revista indexada.

Fecha:

1 de marzo del 2019 al 1 de junio del 2019

Actividad: Estudio de anomalías en sistemas fermiónicos[8].

Fecha:

1 de junio al 2 de julio del 2019

Actividad:

Pasantía en algún lugar en el que pueda convenir con algún colaborador del trabajo (por determinar).

Presupuesto:

Rubro: Viajes

Descripción: Viaje a Chile para el Mes de la Física-Matemática

Valor: 3.000.000

Rubro: Viajes

Descripción: Se espera poder viajar en el verano del próximo año a realizar una pasantía con alguno de los colaboradores en este trabajo (por determinar)

Valor: 4.000.000