

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS

SIMULACIÓN EFICIENTE DE LA DINÁMICA DE SISTEMAS CUÁNTICOS

Pérez, Federico Tomás Benito

Matera, Juan Mauricio (Dir.)

Instituto de Física La Plata (IFLP)

tomas.perez@ing.unlp.edu.ar

PALABRAS CLAVE: entrelazamiento cuántico, correlaciones cuánticas, Max-Ent, simulación cuántica

EFFICIENT SIMULATION OF QUANTUM SYSTEMS DYNAMICS

KEYWORDS: quantum entanglement, quantum correlations, Max-Ent, quantum simulation

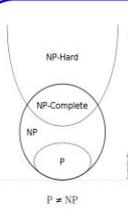
Resumen gráfico



Dinámicas cuánticas restringidas a variedades

Tomás Benito Pérez¹ Juan Mauricio Matera¹

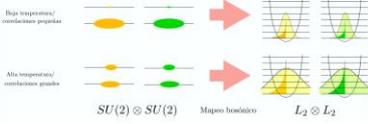
¹IFLP/CONICET, La Plata



Resumen

Dado un conjunto de observables objetivo los estados Max-Ent definen una variedad (de Hilbert) Riemanniana (M, g) simplemente conexa, $(\pi_1(M) = \{1\})$, contractible, path-connected y geodésicamente completa, no preservada por la dinámica de Schrödinger. Un caso notable donde la variedad si es preservada es el de los estados Gaussianos. En esta contribución, proponemos estudiar el efecto de forzar una dinámica de Schrödinger no gaussiana a una variedad de estados Max-Ent con correlaciones de pares, en comparación con la dinámica exacta.

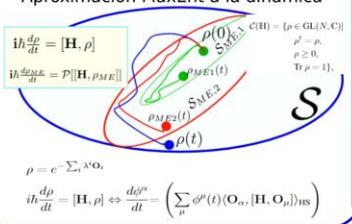
Aproximación Gaussiana



Baja temperatura / correlaciones propias $SU(2) \otimes SU(2)$ \rightarrow Mapas holómico $L_2 \otimes L_2$

Alta temperatura / correlaciones grandes

Aproximación MaxEnt a la dinámica

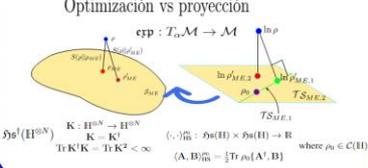


$i\hbar \frac{d\rho}{dt} = [H, \rho]$
 $i\hbar \frac{d\rho_{ME}}{dt} = P[[H, \rho_{ME}]]$

$\rho = e^{-\sum \lambda_i O_i}$
 $i\hbar \frac{d\rho}{dt} = [H, \rho] \Leftrightarrow \frac{d\phi^a}{dt} = \left(\sum_{\rho} \phi^b(t) \langle O_a, [H, O_b] \rangle_{HS} \right)$

¿Cómo podemos estimar el estado Max-Ent?

Optimización vs proyección



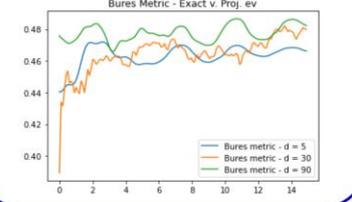
$\exp : T_{\rho} \mathcal{M} \rightarrow \mathcal{M}$

$\delta_B^{\delta}(\mathbb{H}^{\otimes N})$ $K : \mathbb{H}^{\otimes N} \rightarrow \mathbb{H}^{\otimes N}$ $K = K^{\dagger} < \infty$ $\langle \cdot, \cdot \rangle_{\mathbb{H}^{\otimes N}} : \delta_B(\mathbb{H}) \times \delta_B(\mathbb{H}) \rightarrow \mathbb{R}$ where $\rho_0 \in C(\mathbb{H})$.

$\langle A, B \rangle_{\mathbb{H}^{\otimes N}} = \frac{1}{2} \text{Tr} \rho_0(A^{\dagger} B)$

Aplicación: Modelo de Heisenberg XYZ - 1D

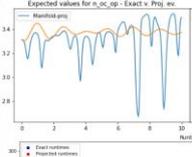
$H_{XYZ} = J \sum_{n=1}^N \left((1+\gamma) S_n^x S_{n+1}^x + (1-\gamma) S_n^y S_{n+1}^y + \Delta S_n^z S_{n+1}^z \right) - \lambda \sum_{n=1}^N S_n^z$



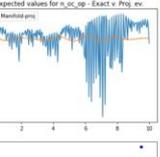
Bures Metric - Exact v. Proj. ev

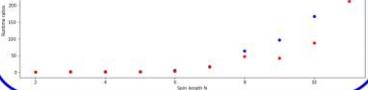
Legend: Bures metric - d = 5, Bures metric - d = 30, Bures metric - d = 90

Expected values for $n_{oc,agg}$ - Exact v. Proj. ev



Expected values for $n_{oc,agg}$ - Exact v. Proj. ev





Legend: Exact (red dots), Projected (blue dots)



Resumen

"En este proyecto se analizarán estrategias para el modelado eficiente de la dinámica en sistemas cuánticos no Markovianos. Para esto, se buscará generalizar el caso de la evolución de la dinámica de estados gaussianos a sistemas más generales, como sistemas de espines o sistemas de partículas interactuantes vía acoplamientos no cuadráticos, mediante la

aproximación de los estados instantáneos por estados tipo Max-Ent, que tengan en cuenta las correlaciones relevantes. El énfasis se orientará al régimen de correlaciones cuánticas débiles. Los esquemas propuestos se contrastarán con sistemas que admiten soluciones analíticas, sistemas de pocos componentes o algunos casos de cadenas y redes de espines."