

JORNADA PCI

APRESENTAÇÃO DE PROJETO – 2021/2022

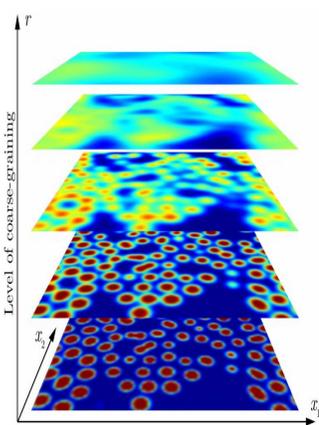
BOLSISTA: PAOLA ANDREA CONCHA OBANDO

SUPERVISOR: RAÚL O. VALLEJOS

MODALIDADE: PCI-DB

DINÂMICAS QUÂNTICAS EFETIVAS INDUZIDAS POR CANAIS DE COARSE-GRAINING

PROJETO DE PESQUISA



Source: LINDGREN, Kristian. *Entropy*, 2015, vol. 17, no 5.

A ideia essencial dos modelos “*coarse-grained*” é simular o comportamento de sistemas complexos usando sua representação simplificada.

Mediante as **descrições efetivas**, é possível investigar os tipos de dinâmicas que podem emergir de uma descrição completa quando não estamos interessados em todos os graus de liberdade de um dado sistema [1,2].

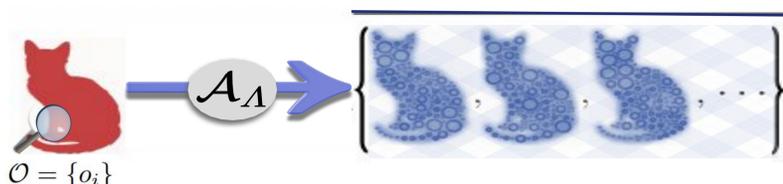
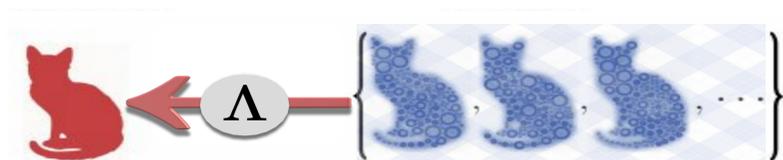
Este projeto se insere na linha de pesquisa sobre informação quântica teórica no CBPF, com foco em sistemas quânticos efetivos, a cargo dos pesquisadores Fernando de Melo e Raul Vallejos.

OBJETIVO PRINCIPAL. Utilizar técnicas de informação quântica para construir descrições efetivas de sistemas quânticos complexos.

DESCRIÇÕES EFETIVAS

Um mapa “*coarse-graining*” é uma operação completamente positiva que preserva o traço, e reduz a descrição completa do sistema a uma descrição efetiva. Sendo definido da seguinte maneira:

$$\Lambda : \mathcal{L}(\mathcal{H}_D) \rightarrow \mathcal{L}(\mathcal{H}_d) \quad \dim(\mathcal{H}_D) > \dim(\mathcal{H}_d)$$



Considerando um conjunto arbitrário de observações no nível efetivo, **nosso método** dá um ensemble de estados microscópicos nos quais o sistema físico subjacente poderia estar [3]. Assim, para um dado conjunto de micro-estados que satisfazem os vínculos efetivos, nos encontramos o *mapa “averaging”* que designa uma descrição apropriada ao ensemble microscópico, dado por:

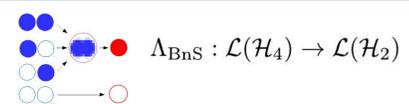
$$\mathcal{A}_\Lambda[\mathcal{O}] \equiv \int d\mu_\psi P(\psi | \mathcal{O}) \psi$$

QUANTUM STATE INFERENCE

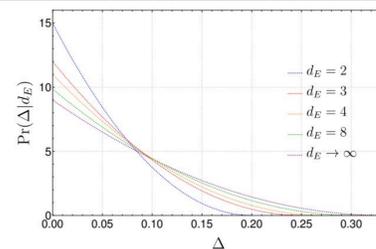
Entre os resultados mais importantes do projeto, destacam-se os estudos sobre inferência de estados quânticos, publicados neste ano na ref. [4]. Com o intuito de atribuir um estado microscópico subjacente associado a uma observação coarse-grained, foram comparados os seguintes métodos de inferência:

- ❑ Princípio de máxima entropia (MEP).
- ❑ Método “*average assignment map*” (AAM) [3].

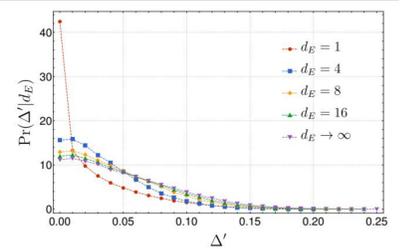
DETETOR BORRADO E SATURADO



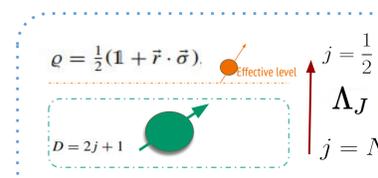
COMPARAÇÕES ENTRE PRIOR PURO E MISTURA



COMPARAÇÕES ENTRE MEP E AAM



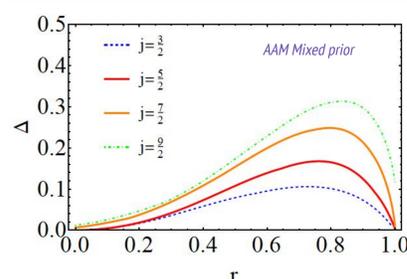
MAPA QUE PRESERVA SU(2)



$$\Lambda_j[\psi] = \frac{1}{2} \left(\mathbb{1} + \frac{1}{j} \sum_{i \in \{x,y,z\}} \text{tr}(\psi J_i) \sigma_i \right)$$

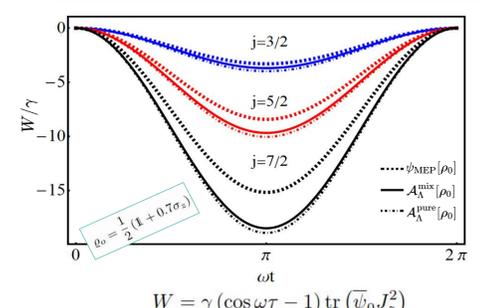
$$\Lambda_j[R_n(\theta) \psi R_n(\theta)^\dagger] = R_n(\theta) \Lambda_j[\psi] R_n(\theta)^\dagger$$

COMPARAÇÕES ENTRE MEP E AAM



Delta é a distância entre MEP e AAM assignments.

TRABALHO QUÂNTICO



$$W = \gamma (\cos \omega \tau - 1) \text{tr}(\bar{\psi}_0 J_z^2)$$

CONCLUSÕES

- ❖ Os resultados de nosso trabalho prévio na construção do estado AAM, inspiram a pesquisa na área de inferência de estados quânticos.
- ❖ No referente à construção do estado subjacente restrito a observações efetivas, destaca-se que os métodos, MEP e AAM, coincidem para sistemas quânticos abertos.
- ❖ Em contraste, em cenários mais complexos como os apresentados previamente, os métodos levam a estados subjacentes diferentes.
- ❖ As diferenças existentes entre estados designados, foram exploradas no contexto da termodinâmica quântica. No qual, observou-se que o estado obtido por meio do AAM permite extrair maior quantidade de trabalho em comparação com o estado resultante do MEP.

REFERÊNCIAS

- [1] C. Duarte, et. Al, PRA 96, 032113 (2017).
- [2] P. S. Correia and F. de Melo, PRA 100, 022334 (2019)
- [3] Pedro Silva Correia, Paola Concha Obando, Raul O Vallejos, Fernando de Melo. PRA 103, 5, 052210 (2021).
- [4] R. O. Vallejos, P. S. Correia, P. C. Obando, N., M. O’Neill, A. B. Tacla, F. de Melo. PRA 106, 012219 (2022).