

# Fundamentos de teoria quântica

## Introdução

---

Rafael Rabelo – [rabelo@ifi.unicamp.br](mailto:rabelo@ifi.unicamp.br)

Departamento de Física da Matéria Condensada  
Instituto de Física “Gleb Wataghin”  
Universidade Estadual de Campinas

Observemos um físico em seu laboratório. Vêmo-lo realizar dois tipos de tarefas, que podem ser chamadas de *preparações* e *testes*. As *preparações* e os *testes* são as noções primitivas da teoria quântica.

Uma preparação é um procedimento experimental que é completamente especificado, como uma receita. Regras de preparação devem ser, preferencialmente, não-ambíguas, mas elas podem envolver processos estocásticos.

Um teste começa como uma preparação, mas também inclui um passo final no qual *informação*, previamente desconhecida, é fornecida a um *observador*.

Preparações podem envolver testes, seguidos de uma *seleção* de resultados específicos.

O experimentador é livre para *escolher* as preparações e testes que realizará. Como enunciado por Bohr: “*nossa liberdade de manusear os instrumentos de medição [é] característica da própria noção de experimento.*”

*Em um sentido estrito, a teoria quântica é um conjunto de regras que permite o cálculo das probabilidades dos possíveis resultados de testes que seguem preparações específicas.*

Asher Peres.

A ciência é baseada na observação da natureza. A maior parte dos cientistas tende a acreditar que existe uma realidade objetiva, que nos é parcialmente desconhecida. Adquirimos conhecimento a respeito desta realidade através de *medições*.



Medições são processos nos quais um aparato interage com um sistema físico sob estudo, de forma que uma propriedade daquele sistema afeta uma propriedade correspondente do aparato. Como *deve* haver uma interação entre o sistema e o aparato, medir uma propriedade do sistema necessariamente causa uma perturbação em algumas de suas propriedades. Isto é verdade mesmo na física clássica.

Na física clássica, assume-se que a propriedade que está sendo medida *existe* antes mesmo da interação entre o sistema físico e o aparato. A física quântica, por outro lado, é incompatível com a hipótese de que medições apenas revelam uma realidade preexistente.

A teoria quântica é uma teoria probabilística, mas isso não significa que as medições envolvam processos físicos intrinsecamente aleatórios. É possível, *a princípio*, conceber uma teoria que seja mais completa que a teoria quântica, que seja capaz de prever com certeza quais serão os resultados de testes que seguem preparações específicas.

Os objetivos deste curso são introduzir os estudantes a questões fundamentais relacionadas à teoria quântica, de um ponto de vista mais operacional e menos filosófico, e apresentar as principais ferramentas teóricas e computacionais para o estudo destas questões.

## 1. Preliminares:

- otimização convexa;
- informação quântica e emaranhamento.

## 2. Teorias de variáveis ocultas:

- não-localidade;
- contextualidade.

## 3. Ontologia:

- $\psi$ -ontologia;
- interpretações.