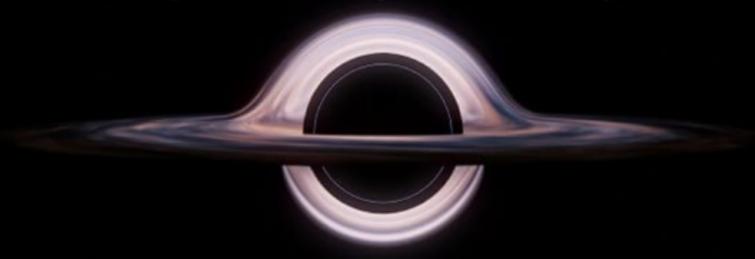


Seminário

Filosofia e História das Ciências



Epimecânica

Uma Investigação sobre Realidade e Conhecimento na Mecânica Quântica

João Nuno Tavares

Email: jntavar@fc.up.pt

Resumo e tópicos

- Abordaremos a analogia entre a **epimecânica** e epigenética, destacando como comportamentos emergentes em sistemas complexos podem ser compreendidos através de uma "lente filosófica" e científica.

Resumo e tópicos

- Abordaremos a analogia entre a **epimecânica** e epigenética, destacando como comportamentos emergentes em sistemas complexos podem ser compreendidos através de uma "lente filosófica" e científica.
- Vamos explorar os princípios da mecânica quântica (**MQ** - Escola de Copenhague), incluindo a teoria de Bell, e como ela se relaciona com a **epimecânica**.

Resumo e tópicos

- Abordaremos a analogia entre a **epimecânica** e epigenética, destacando como comportamentos emergentes em sistemas complexos podem ser compreendidos através de uma "lente filosófica" e científica.
- Vamos explorar os princípios da mecânica quântica (**MQ** - Escola de Copenhague), incluindo a teoria de Bell, e como ela se relaciona com a **epimecânica**.
- Discutiremos analogias entre paisagens epigenéticas e epimecânicas e as interações entre partículas, destacando como flutuações e condições externas podem moldar realidades, em biologia e em física.

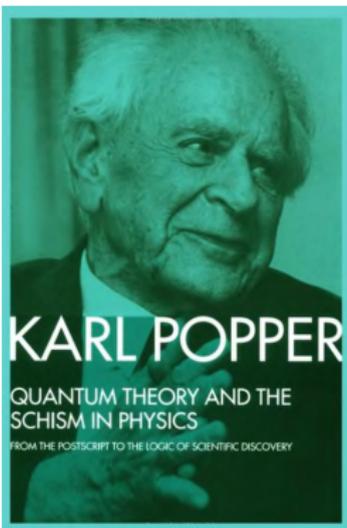
Resumo e tópicos

- Abordaremos a analogia entre a **epimecânica** e epigenética, destacando como comportamentos emergentes em sistemas complexos podem ser compreendidos através de uma "lente filosófica" e científica.
- Vamos explorar os princípios da mecânica quântica (**MQ** - Escola de Copenhague), incluindo a teoria de Bell, e como ela se relaciona com a **epimecânica**.
- Discutiremos analogias entre paisagens epigenéticas e epimecânicas e as interações entre partículas, destacando como flutuações e condições externas podem moldar realidades, em biologia e em física.

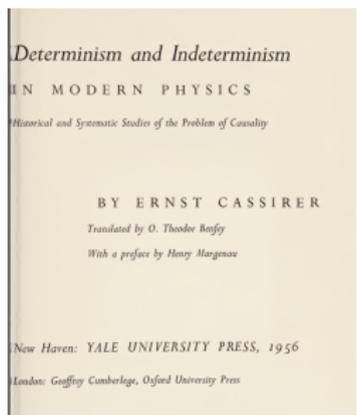
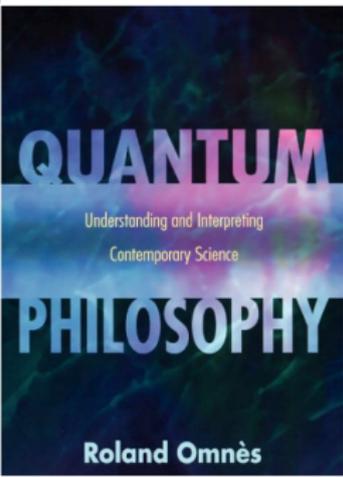
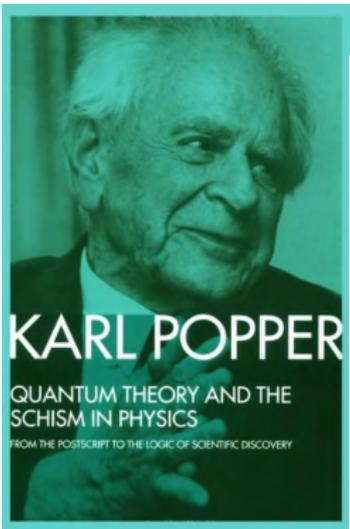
A palestra proporcionará (idealmente) uma nova perspectiva sobre a natureza de realidade, conhecimento e interdisciplinaridade.

epi = prefixo, de origem grega, que exprime a ideia de "*por cima de*".

Filosofia da MQ



Filosofia da MQ



Princípios da MQ. Escola de Copenhague

Ontologia (natureza da realidade):

Príncípios da MQ. Escola de Copenhague

Ontologia (natureza da realidade):

- **Dualidade onda-partícula.**

Princípios da MQ. Escola de Copenhague

Ontologia (natureza da realidade):

■ Dualidade onda-partícula.

- As "partículas" quânticas (elétrões pex.), exibem comportamentos tanto de ondas (difração, interferência) como de partículas (localização, momento).

Princípios da MQ. Escola de Copenhague

Ontologia (natureza da realidade):

■ Dualidade onda-partícula.

- As "partículas" quânticas (elétrões pex.), exibem comportamentos tanto de ondas (difração, interferência) como de partículas (localização, momento).
- Isso desafia a nossa intuição clássica de que uma "partícula" é ou uma onda ou uma partícula, mas não ambas simultaneamente.

Princípios da MQ. Escola de Copenhague

Ontologia (natureza da realidade):

■ Dualidade onda-partícula.

- As "partículas" quânticas (elétrões pex.), exibem comportamentos tanto de ondas (difração, interferência) como de partículas (localização, momento).
- Isso desafia a nossa intuição clássica de que uma "partícula" é ou uma onda ou uma partícula, mas não ambas simultaneamente.

■ Princípio da Incerteza de Heisenberg:

- É impossível medir com precisão arbitrária certas propriedades de um sistema ao mesmo tempo. Ex.: posição x e momento $p - \Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$.
- Este princípio impõe limites fundamentais ao conhecimento completo de um sistema. Sugere ainda que a realidade, ao nível quântico, é inerentemente probabilística e não determinista, contrariando a visão clássica determinística do mundo.

Princípios da MQ. Escola de Copenhague

Ontologia (natureza da realidade):

■ Dualidade onda-partícula.

- As "partículas" quânticas (elétrões pex.), exibem comportamentos tanto de ondas (difração, interferência) como de partículas (localização, momento).
- Isso desafia a nossa intuição clássica de que uma "partícula" é ou uma onda ou uma partícula, mas não ambas simultaneamente.

■ Princípio da Incerteza de Heisenberg:

- É impossível medir com precisão arbitrária certas propriedades de um sistema ao mesmo tempo. Ex.: posição x e momento $p - \Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$.
- Este princípio impõe limites fundamentais ao conhecimento completo de um sistema. Sugere ainda que a realidade, ao nível quântico, é inerentemente probabilística e não determinista, contrariando a visão clássica determinística do mundo.

■ Sobreposição e emaranhamento.

Princípios da MQ. Escola de Copenhague

Ontologia (natureza da realidade):

■ Dualidade onda-partícula.

- As "partículas" quânticas (elétrões pex.), exibem comportamentos tanto de ondas (difração, interferência) como de partículas (localização, momento).
- Isso desafia a nossa intuição clássica de que uma "partícula" é ou uma onda ou uma partícula, mas não ambas simultaneamente.

■ Princípio da Incerteza de Heisenberg:

- É impossível medir com precisão arbitrária certas propriedades de um sistema ao mesmo tempo. Ex.: posição x e momento $p - \Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$.
- Este princípio impõe limites fundamentais ao conhecimento completo de um sistema. Sugere ainda que a realidade, ao nível quântico, é inerentemente probabilística e não determinista, contrariando a visão clássica determinística do mundo.

■ Sobreposição e emaranhamento.

- **Sobreposição.** Um sistema quântico pode existir simultaneamente em múltiplos estados possíveis até ser medido.

Princípios da MQ. Escola de Copenhague

Ontologia (natureza da realidade):

■ Dualidade onda-partícula.

- As "partículas" quânticas (elétrões pex.), exibem comportamentos tanto de ondas (difração, interferência) como de partículas (localização, momento).
- Isso desafia a nossa intuição clássica de que uma "partícula" é ou uma onda ou uma partícula, mas não ambas simultaneamente.

■ Princípio da Incerteza de Heisenberg:

- É impossível medir com precisão arbitrária certas propriedades de um sistema ao mesmo tempo. Ex.: posição x e momento $p - \Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$.
- Este princípio impõe limites fundamentais ao conhecimento completo de um sistema. Sugere ainda que a realidade, ao nível quântico, é inerentemente probabilística e não determinista, contrariando a visão clássica determinística do mundo.

■ Sobreposição e emaranhamento.

- **Sobreposição.** Um sistema quântico pode existir simultaneamente em múltiplos estados possíveis até ser medido.
- **Emaranhamento:** duas ou mais partículas podem estar correlacionadas, independentemente da distância entre elas. A medição do estado de uma dessas partículas, define instantaneamente o estado da outra. **Essas características desafiam as nossas noções clássicas de localidade e causalidade.**

Princípios da MQ. Escola de Copenhague

Epistemologia (natureza do conhecimento):

Princípios da MQ. Escola de Copenhague

Epistemologia (natureza do conhecimento):

- O papel da medição:

Princípios da MQ. Escola de Copenhague

Epistemologia (natureza do conhecimento):

■ O papel da medição:

- O ato de medir uma propriedade de um sistema quântico pode afetar o próprio sistema, provocando um "colapso" do estado.

Princípios da MQ. Escola de Copenhague

Epistemologia (natureza do conhecimento):

■ O papel da medição:

- O ato de medir uma propriedade de um sistema quântico pode afetar o próprio sistema, provocando um "colapso" do estado.
- Isso desafia a noção clássica de uma observação neutra e objetiva do mundo, onde o ato de observar não influencia aquilo que é observado.

Prínípios da MQ. Escola de Copenhague

Epistemologia (natureza do conhecimento):

■ O papel da medição:

- O ato de medir uma propriedade de um sistema quântico pode afetar o próprio sistema, provocando um "colapso" do estado.
- Isso desafia a noção clássica de uma observação neutra e objetiva do mundo, onde o ato de observar não influencia aquilo que é observado.

■ Probabilidade e interpretação:

Princípios da MQ. Escola de Copenhague

Epistemologia (natureza do conhecimento):

■ O papel da medição:

- O ato de medir uma propriedade de um sistema quântico pode afetar o próprio sistema, provocando um "colapso" do estado.
- Isso desafia a noção clássica de uma observação neutra e objetiva do mundo, onde o ato de observar não influencia aquilo que é observado.

■ Probabilidade e interpretação:

- Os resultados de medições em sistemas quânticos são inerentemente probabilísticos. A função de onda fornece apenas a probabilidade dos diferentes resultados.

Príncípios da MQ. Escola de Copenhague

Epistemologia (natureza do conhecimento):

■ O papel da medição:

- O ato de medir uma propriedade de um sistema quântico pode afetar o próprio sistema, provocando um "colapso" do estado.
- Isso desafia a noção clássica de uma observação neutra e objetiva do mundo, onde o ato de observar não influencia aquilo que é observado.

■ Probabilidade e interpretação:

- Os resultados de medições em sistemas quânticos são inerentemente probabilísticos. A função de onda fornece apenas a probabilidade dos diferentes resultados.

■ Limitações da linguagem clássica:

Príncípios da MQ. Escola de Copenhague

Epistemologia (natureza do conhecimento):

■ O papel da medição:

- O ato de medir uma propriedade de um sistema quântico pode afetar o próprio sistema, provocando um "colapso" do estado.
- Isso desafia a noção clássica de uma observação neutra e objetiva do mundo, onde o ato de observar não influencia aquilo que é observado.

■ Probabilidade e interpretação:

- Os resultados de medições em sistemas quânticos são inerentemente probabilísticos. A função de onda fornece apenas a probabilidade dos diferentes resultados.

■ Limitações da linguagem clássica:

- A linguagem clássica e as nossas intuições são inadequadas para descrever a natureza da realidade quântica. Conceitos clássicos, como trajetória e posição definida, são geralmente utilizados para descrever o movimento de objetos macroscópicos; no entanto, esses conceitos não se aplicam para descrever objetos quânticos.

■ Complementaridade de Bohr:

- aspectos complementares, como partícula e onda, são necessários para descrever a física quântica. Nenhuma experiência pode revelar ambas as naturezas simultaneamente e completamente.

Princípios da MQ

Sumário:

- Questões Ontológicas:

Princípios da MQ

Sumário:

■ Questões Ontológicas:

- O que constitui a realidade no nível quântico?

Prínípios da MQ

Sumário:

■ Questões Ontológicas:

- O que constitui a realidade no nível quântico?
- A natureza probabilística da mecânica quântica desafia o conceito de partículas como entidades com propriedades bem definidas.

Príncípios da MQ

Sumário:

■ Questões Ontológicas:

- O que constitui a realidade no nível quântico?
- A natureza probabilística da mecânica quântica desafia o conceito de partículas como entidades com propriedades bem definidas.

■ Questões Epistemológicas:

Princípios da MQ

Sumário:

■ Questões Ontológicas:

- O que constitui a realidade no nível quântico?
- A natureza probabilística da mecânica quântica desafia o conceito de partículas como entidades com propriedades bem definidas.

■ Questões Epistemológicas:

- Como podemos conhecer e medir a realidade quântica?

Princípios da MQ

Sumário:

■ Questões Ontológicas:

- O que constitui a realidade no nível quântico?
- A natureza probabilística da mecânica quântica desafia o conceito de partículas como entidades com propriedades bem definidas.

■ Questões Epistemológicas:

- Como podemos conhecer e medir a realidade quântica?
- O impacto da incerteza e do papel do observador nas medições.

Princípios da MQ

Sumário:

■ Questões Ontológicas:

- O que constitui a realidade no nível quântico?
- A natureza probabilística da mecânica quântica desafia o conceito de partículas como entidades com propriedades bem definidas.

■ Questões Epistemológicas:

- Como podemos conhecer e medir a realidade quântica?
- O impacto da incerteza e do papel do observador nas medições.

Conclusões:

Príncípios da MQ

Sumário:

■ Questões Ontológicas:

- O que constitui a realidade no nível quântico?
- A natureza probabilística da mecânica quântica desafia o conceito de partículas como entidades com propriedades bem definidas.

■ Questões Epistemológicas:

- Como podemos conhecer e medir a realidade quântica?
- O impacto da incerteza e do papel do observador nas medições.

Conclusões:

- A mecânica quântica levanta profundas questões sobre a natureza da realidade e a natureza do conhecimento.

Príncípios da MQ

Sumário:

■ Questões Ontológicas:

- O que constitui a realidade no nível quântico?
- A natureza probabilística da mecânica quântica desafia o conceito de partículas como entidades com propriedades bem definidas.

■ Questões Epistemológicas:

- Como podemos conhecer e medir a realidade quântica?
- O impacto da incerteza e do papel do observador nas medições.

Conclusões:

- A mecânica quântica levanta profundas questões sobre a natureza da realidade e a natureza do conhecimento.
Não existe uma única ontologia ou epistemologia consensual para interpretar a mecânica quântica, e várias interpretações e modelos concorrentes existem, cada um com implicações filosóficas e científicas diferentes.

Princípios da MQ

Sumário:

■ Questões Ontológicas:

- O que constitui a realidade no nível quântico?
- A natureza probabilística da mecânica quântica desafia o conceito de partículas como entidades com propriedades bem definidas.

■ Questões Epistemológicas:

- Como podemos conhecer e medir a realidade quântica?
- O impacto da incerteza e do papel do observador nas medições.

Conclusões:

- A mecânica quântica levanta profundas questões sobre a natureza da realidade e a natureza do conhecimento.

Não existe uma única ontologia ou epistemologia consensual para interpretar a mecânica quântica, e várias interpretações e modelos concorrentes existem, cada um com implicações filosóficas e científicas diferentes.

A resolução destes problemas ontológicos e epistemológicos permanece um dos principais desafios da física e da filosofia contemporâneas.

Teoremas de Bell

■ Realismo

- As propriedades físicas de um sistema existem independentemente de serem medidas ou observadas. A realidade tem atributos definidos, mesmo quando não podem ser conhecidos.

Teoremas de Bell

■ Realismo

- As propriedades físicas de um sistema existem independentemente de serem medidas ou observadas. A realidade tem atributos definidos, mesmo quando não podem ser conhecidos.

■ Realismo Local:

Teoremas de Bell

■ Realismo

- As propriedades físicas de um sistema existem independentemente de serem medidas ou observadas. A realidade tem atributos definidos, mesmo quando não podem ser conhecidos.

■ Realismo Local:

- A combinação de realismo com a restrição de localidade (ie, influências entre partículas não se podem propagar instantaneamente, a uma velocidade superior à da luz).

Teoremas de Bell

■ Realismo

- As propriedades físicas de um sistema existem independentemente de serem medidas ou observadas. A realidade tem atributos definidos, mesmo quando não podem ser conhecidos.

■ Realismo Local:

- A combinação de realismo com a restrição de localidade (ie, influências entre partículas não se podem propagar instantaneamente, a uma velocidade superior à da luz).
- A ideia é sustentada particularmente pelas teorias das variáveis ocultas locais, que supõem que toda a incerteza quântica possa ser atribuída a variáveis desconhecidas ou incomensuráveis pertencentes a entidades.

Teoremas de Bell

■ Realismo

- As propriedades físicas de um sistema existem independentemente de serem medidas ou observadas. A realidade tem atributos definidos, mesmo quando não podem ser conhecidos.

■ Realismo Local:

- A combinação de realismo com a restrição de localidade (ie, influências entre partículas não se podem propagar instantaneamente, a uma velocidade superior à da luz).
- A ideia é sustentada particularmente pelas teorias das variáveis ocultas locais, que supõem que toda a incerteza quântica possa ser atribuída a variáveis desconhecidas ou incomensuráveis pertencentes a entidades.

■ Contexto Histórico:

Teoremas de Bell

■ Realismo

- As propriedades físicas de um sistema existem independentemente de serem medidas ou observadas. A realidade tem atributos definidos, mesmo quando não podem ser conhecidos.

■ Realismo Local:

- A combinação de realismo com a restrição de localidade (ie, influências entre partículas não se podem propagar instantaneamente, a uma velocidade superior à da luz).
- A ideia é sustentada particularmente pelas teorias das variáveis ocultas locais, que supõem que toda a incerteza quântica possa ser atribuída a variáveis desconhecidas ou incomensuráveis pertencentes a entidades.

■ Contexto Histórico:

- John Bell formulou as suas desigualdades em 1964, para **testar a compatibilidade entre a mecânica quântica e o realismo local**.
- As violações das desigualdades de Bell, confirmadas experimentalmente por Aspect e outros, indicam que **qualquer interpretação da MQ deve abandonar pelo menos um dos princípios: localidade ou realismo**.

Epimecânica

■ Definição:

Epimecânica

■ Definição:

- A **epimecânica** é um conceito que busca entender a emergência de propriedades físicas complexas a partir de interações dinâmicas fundamentais. Esta abordagem inclui:

Epimecânica

■ Definição:

- A **epimecânica** é um conceito que busca entender a emergência de propriedades físicas complexas a partir de interações dinâmicas fundamentais. Esta abordagem inclui:
- a emergência de fenómenos quânticos a partir de sistemas clássicos complexos
- a emergência dentro de sistemas quânticos propriamente ditos.

Epimecânica

■ Definição:

- A **epimecânica** é um conceito que busca entender a emergência de propriedades físicas complexas a partir de interações dinâmicas fundamentais. Esta abordagem inclui:
 - a emergência de fenómenos quânticos a partir de sistemas clássicos complexos
 - a emergência dentro de sistemas quânticos propriamente ditos.

■ Ontologia da Epimecânica:

Epimecânica

■ Definição:

- A **epimecânica** é um conceito que busca entender a emergência de propriedades físicas complexas a partir de interações dinâmicas fundamentais. Esta abordagem inclui:
 - a emergência de fenómenos quânticos a partir de sistemas clássicos complexos
 - a emergência dentro de sistemas quânticos propriamente ditos.

■ Ontologia da Epimecânica:

- **Realismo Relacional e Emergente:** A epimecânica propõe uma perspectiva relacional do realismo, onde o que consideramos "real" é construído a partir das interações e contextos em que as entidades, sejam elas clássicas ou quânticas, estão inseridas.

Epimecânica

■ Definição:

- A **epimecânica** é um conceito que busca entender a emergência de propriedades físicas complexas a partir de interações dinâmicas fundamentais. Esta abordagem inclui:
 - a emergência de fenómenos quânticos a partir de sistemas clássicos complexos
 - a emergência dentro de sistemas quânticos propriamente ditos.

■ Ontologia da Epimecânica:

- **Realismo Relacional e Emergente:** A **epimecânica** propõe uma perspectiva relacional do realismo, onde o que consideramos "real" é construído a partir das interações e contextos em que as entidades, sejam elas clássicas ou quânticas, estão inseridas.

O Realismo Relacional é uma ontologia da emergência, em que as propriedades das partículas se manifestam como resultado de interações contextuais, em vez de serem totalmente predefinidas por estados iniciais ou propriedades intrínsecas.

Epimecânica

■ Definição:

- A **epimecânica** é um conceito que busca entender a emergência de propriedades físicas complexas a partir de interações dinâmicas fundamentais. Esta abordagem inclui:
 - a emergência de fenómenos quânticos a partir de sistemas clássicos complexos
 - a emergência dentro de sistemas quânticos propriamente ditos.

■ Ontologia da Epimecânica:

- **Realismo Relacional e Emergente:** A **epimecânica** propõe uma perspectiva relacional do realismo, onde o que consideramos "real" é construído a partir das interações e contextos em que as entidades, sejam elas clássicas ou quânticas, estão inseridas.

O Realismo Relacional é uma ontologia da emergência, em que as propriedades das partículas se manifestam como resultado de interações contextuais, em vez de serem totalmente predefinidas por estados iniciais ou propriedades intrínsecas.

- **Interatividade:** A base ontológica da **epimecânica** reside na crença de que a interação entre os elementos do sistema, que pode incluir tanto interações locais quanto não locais, é o que dá origem aos fenómenos que observamos.

Epimecânica

■ Definição:

- A **epimecânica** é um conceito que busca entender a emergência de propriedades físicas complexas a partir de interações dinâmicas fundamentais. Esta abordagem inclui:
 - a emergência de fenómenos quânticos a partir de sistemas clássicos complexos
 - a emergência dentro de sistemas quânticos propriamente ditos.

■ Ontologia da Epimecânica:

- **Realismo Relacional e Emergente:** A **epimecânica** propõe uma perspectiva relacional do realismo, onde o que consideramos "real" é construído a partir das interações e contextos em que as entidades, sejam elas clássicas ou quânticas, estão inseridas.
O Realismo Relacional é uma ontologia da emergência, em que as propriedades das partículas se manifestam como resultado de interações contextuais, em vez de serem totalmente predefinidas por estados iniciais ou propriedades intrínsecas.
- **Interatividade:** A base ontológica da **epimecânica** reside na crença de que a interação entre os elementos do sistema, que pode incluir tanto interações locais quanto não locais, é o que dá origem aos fenómenos que observamos.
- As entidades ou partículas não são vistas como isoladas, mas como parte de uma rede de interações, onde o ambiente e as medições desempenham papéis cruciais na manifestação do que consideramos "realidade".

Epimecânica

■ Epistemologia da Epimecânica:

Epimecânica

■ Epistemologia da Epimecânica:

- A **epimecânica** postula que o conhecimento dos fenómenos físicos emerge do estudo das interações dinâmicas complexas. Isso implica um foco na modelação matemática e simulações, onde o comportamento coletivo de sistemas complexos oferece "insights" sobre a realidade.

■ Epistemologia da Epimecânica:

- A **epimecânica** postula que o conhecimento dos fenómenos físicos emerge do estudo das interações dinâmicas complexas. Isso implica um foco na modelação matemática e simulações, onde o comportamento coletivo de sistemas complexos oferece "insights" sobre a realidade.
- O conhecimento na **epimecânica** depende da habilidade de prever padrões emergentes e comportamentos coletivos a partir das interações, enfatizando a simulação computacional e a complexidade.

Epimecânica

■ Epistemologia da Epimecânica:

- A **epimecânica** postula que o conhecimento dos fenómenos físicos emerge do estudo das interações dinâmicas complexas. Isso implica um foco na modelação matemática e simulações, onde o comportamento coletivo de sistemas complexos oferece "insights" sobre a realidade.
- O conhecimento na **epimecânica** depende da habilidade de prever padrões emergentes e comportamentos coletivos a partir das interações, enfatizando a simulação computacional e a complexidade.
- **Ruído e Flutuações Estocásticas:** O ambiente e as flutuações estocásticas desempenham um papel crucial para a emergência de características quânticas. Flutuações podem catalisar transições de estado e ajudar a explicar comportamentos que refletem a incerteza quântica.

Comparação entre MQ e Epimecânica

■ MQ e Epimecânica

Comparação entre MQ e Epimecânica

- **MQ e Epimecânica**
 - **MQ** assume o comportamento quântico como intrínseco.

Comparação entre MQ e Epimecânica

■ MQ e Epimecânica

- MQ assume o comportamento quântico como intrínseco.
- A Epimecânica procura oferecer explicações diferenciadas para a origem de fenómenos quânticos, baseando-se em interações e comportamentos emergentes que não são explícitos nas formulações tradicionais da MQ.

Comparação entre MQ e Epimecânica

■ MQ e Epimecânica

- **MQ** assume o comportamento quântico como intrínseco.
- A **Epimecânica** procura oferecer explicações diferenciadas para a origem de fenómenos quânticos, baseando-se em interações e comportamentos emergentes que não são explícitos nas formulações tradicionais da **MQ**.
- A **epimecânica** busca uma explicação emergente e potencialmente mais intimamente conectada com a mecânica clássica no nível fundamental.

Comparação entre MQ e Epimecânica

■ MQ e Epimecânica

- **MQ** assume o comportamento quântico como intrínseco.
- A **Epimecânica** procura oferecer explicações diferenciadas para a origem de fenómenos quânticos, baseando-se em interações e comportamentos emergentes que não são explícitos nas formulações tradicionais da **MQ**.
- A **epimecânica** busca uma explicação emergente e potencialmente mais intimamente conectada com a mecânica clássica no nível fundamental.
- A emergência de propriedades quânticas podem ser vista como transições de fase em sistemas dinâmicos não-lineares complexos.

Comparação entre MQ e Epimecânica

■ MQ e Epimecânica

- **MQ** assume o comportamento quântico como intrínseco.
- A **Epimecânica** procura oferecer explicações diferenciadas para a origem de fenómenos quânticos, baseando-se em interações e comportamentos emergentes que não são explícitos nas formulações tradicionais da **MQ**.
- A **epimecânica** busca uma explicação emergente e potencialmente mais intimamente conectada com a mecânica clássica no nível fundamental.
- A emergência de propriedades quânticas podem ser vista como transições de fase em sistemas dinâmicos não-lineares complexos.

■ A Partícula Quântica

Não-localidade. Emaranhamento

- No contexto epimecânico, como integrar a não-localidade – "ações assustadoras à distância", emaranhamento, ruptura com o realismo clássico?

Não-localidade. Emaranhamento

- No contexto epimecânico, como integrar a não-localidade – “ações assustadoras à distância”, emaranhamento, ruptura com o realismo clássico?
- **Algumas pistas**
 - A não-localidade é vista como uma característica intrínseca da realidade quântica emergente.

Não-localidade. Emaranhamento

- No contexto epimecânico, como integrar a não-localidade – “ações assustadoras à distância”, emaranhamento, ruptura com o realismo clássico?
- **Algumas pistas**
 - A não-localidade é vista como uma característica intrínseca da realidade quântica emergente.
 - Partículas emaranhadas não interagem de maneira convencional; elas compartilham um estado comum num espaço de possibilidades definidas pelas interações anteriores às medições.

Não-localidade. Emaranhamento

- No contexto epimecânico, como integrar a não-localidade – “ações assustadoras à distância”, emaranhamento, ruptura com o realismo clássico?
- **Algumas pistas**
 - A não-localidade é vista como uma característica intrínseca da realidade quântica emergente.
 - Partículas emaranhadas não interagem de maneira convencional; elas compartilham um estado comum num espaço de possibilidades definidas pelas interações anteriores às medições.
 - A medição numa partícula não está a “enviar” informações para outra – está a revelar o estado compartilhado no qual ambas estavam inseridas.

Não-localidade. Emaranhamento

- No contexto epimecânico, como integrar a não-localidade – “acções assustadoras à distância”, emaranhamento, ruptura com o realismo clássico?
- **Algumas pistas**
 - A não-localidade é vista como uma característica intrínseca da realidade quântica emergente.
 - Partículas emaranhadas não interagem de maneira convencional; elas compartilham um estado comum num espaço de possibilidades definidas pelas interações anteriores às medições.
 - A medição numa partícula não está a “enviar” informações para outra – está a revelar o estado compartilhado no qual ambas estavam inseridas.
 - Respeitar a causalidade relativista requer explorar novas formas de redes de interações que acomodem interações não-locais sem recorrer à transmissão fora do cone de luz causal.

Geometrização da epimecânica

- **Conceitos Geométricos:** Na geometrização da **epimecânica**, podemos considerar várias representações geométricas que podem ajudar a visualizar dinâmicas de sistemas complexos.

Geometrização da epimecânica

- **Conceitos Geométricos:** Na geometrização da **epimecânica**, podemos considerar várias representações geométricas que podem ajudar a visualizar dinâmicas de sistemas complexos.
 - **Espaço de Fases:** A ideia clássica é que os sistemas dinâmicos podem ser representados num espaço de fases multidimensional, onde cada ponto representa um estado possível do sistema.
Na **epimecânica**, temos um **Espaço de Fases alargado**, que captura não apenas estados individuais, mas também interações e relacionamentos entre partículas, revelando como se desenvolvem os comportamentos emergentes.

Geometrização da epimecânica

- **Conceitos Geométricos:** Na geometrização da **epimecânica**, podemos considerar várias representações geométricas que podem ajudar a visualizar dinâmicas de sistemas complexos.
 - **Espaço de Fases:** A ideia clássica é que os sistemas dinâmicos podem ser representados num espaço de fases multidimensional, onde cada ponto representa um estado possível do sistema.
Na **epimecânica**, temos um **Espaço de Fases alargado**, que captura não apenas estados individuais, mas também interações e relacionamentos entre partículas, revelando como se desenvolvem os comportamentos emergentes.
 - **Análogo com Paisagens Epigenéticas:** As paisagens epigenéticas são representações que ilustram como os fatores ambientais e as interações influenciam a expressão genética e a dinâmica biológica.
 - ▶ **Vales:** Representam estados estáveis ou preferenciais (estados de baixa energia).
 - ▶ **Picos:** Representam estados instáveis ou transições (ex.: estados de alta energia que são menos prováveis).

Geometrização da epimecânica

- **Conceitos Geométricos:** Na geometrização da **epimecânica**, podemos considerar várias representações geométricas que podem ajudar a visualizar dinâmicas de sistemas complexos.
 - **Espaço de Fases:** A ideia clássica é que os sistemas dinâmicos podem ser representados num espaço de fases multidimensional, onde cada ponto representa um estado possível do sistema.
Na **epimecânica**, temos um **Espaço de Fases alargado**, que captura não apenas estados individuais, mas também interações e relacionamentos entre partículas, revelando como se desenvolvem os comportamentos emergentes.
 - **Análogo com Paisagens Epigenéticas:** As paisagens epigenéticas são representações que ilustram como os fatores ambientais e as interações influenciam a expressão genética e a dinâmica biológica.
 - ▶ **Vales:** Representam estados estáveis ou preferenciais (estados de baixa energia).
 - ▶ **Picos:** Representam estados instáveis ou transições (ex.: estados de alta energia que são menos prováveis).
 - **Espaço de Estado Emergente:** de forma análoga, a **epimecânica** pode utilizar uma "paisagem" que reflete a interação entre partículas e a representação de estados quânticos emergentes. Os vales e picos nessa paisagem representariam estados coletivos e suas transições, onde os padrões emergentes poderiam ser estudados.

Incerteza e a Interação com o Ambiente

- Um dos aspectos centrais que a **epimecânica** traz à interpretação do princípio da incerteza é a importância do ambiente no comportamento de sistemas quânticos. A relação entre um sistema quântico e seu ambiente externo pode ser vista como um continuum de interações, e essa interação tem um impacto direto nas medições e nas propriedades das partículas.

Incerteza e a Interação com o Ambiente

- Um dos aspectos centrais que a **epimecânica** traz à interpretação do princípio da incerteza é a importância do ambiente no comportamento de sistemas quânticos. A relação entre um sistema quântico e seu ambiente externo pode ser vista como um continuum de interações, e essa interação tem um impacto direto nas medições e nas propriedades das partículas.
- **Decoerência como um Exemplo**

Incerteza e a Interação com o Ambiente

- Um dos aspectos centrais que a **epimecânica** traz à interpretação do princípio da incerteza é a importância do ambiente no comportamento de sistemas quânticos. A relação entre um sistema quântico e seu ambiente externo pode ser vista como um continuum de interações, e essa interação tem um impacto direto nas medições e nas propriedades das partículas.
- **Decoerência como um Exemplo**
 - **Decoerência:** Esse fenómeno descreve como um sistema quântico perde suas características de sobreposição quando interage com o ambiente, resultando na observação de estados clássicos.

Incerteza e a Interação com o Ambiente

- Um dos aspectos centrais que a **epimecânica** traz à interpretação do princípio da incerteza é a importância do ambiente no comportamento de sistemas quânticos. A relação entre um sistema quântico e seu ambiente externo pode ser vista como um continuum de interações, e essa interação tem um impacto direto nas medições e nas propriedades das partículas.
- **Decoerência como um Exemplo**
 - **Decoerência:** Esse fenómeno descreve como um sistema quântico perde suas características de sobreposição quando interage com o ambiente, resultando na observação de estados clássicos. Na visão da **epimecânica**, a decoerência é um processo que reflete a rede complexa de interações, onde a indeterminação e a incerteza são resultado das constantes trocas entre o sistema e seu meio. Isso pode ser interpretado como a definição das propriedades do sistema a partir da sua interação com as medições e condições ambientais, moldando a realidade percebida pelo observador.

Dualidade e Complementaridade

■ Conceito de Complementaridade:

Dualidade e Complementaridade

■ Conceito de Complementaridade:

- A **epimecânica** ressalta que a onda e a partícula não são estados exclusivos, mas manifestações complementares que emergem dependendo do contexto da interação e do tipo de medição.

Dualidade e Complementaridade

■ Conceito de Complementaridade:

- A **epimecânica** ressalta que a onda e a partícula não são estados exclusivos, mas manifestações complementares que emergem dependendo do contexto da interação e do tipo de medição. Cada situação experimental ativa um aspecto particular do sistema, revelando um comportamento que refletirá a natureza daquela interação. Este conceito de complementaridade reforça a ideia de que a realidade quântica é multifacetada e contextualmente dependente.

Dualidade e Complementaridade

■ Conceito de Complementaridade:

- A **epimecânica** ressalta que a onda e a partícula não são estados exclusivos, mas manifestações complementares que emergem dependendo do contexto da interação e do tipo de medição. Cada situação experimental ativa um aspecto particular do sistema, revelando um comportamento que refletirá a natureza daquela interação. Este conceito de complementaridade reforça a ideia de que a realidade quântica é multifacetada e contextualmente dependente.
- A **epimecânica** também dá suporte à ideia de que a dualidade onda-partícula não é uma contradição, mas sim uma expressão das interações em diferentes contextos.

Dualidade e Complementaridade

■ Conceito de Complementaridade:

- A **epimecânica** ressalta que a onda e a partícula não são estados exclusivos, mas manifestações complementares que emergem dependendo do contexto da interação e do tipo de medição. Cada situação experimental ativa um aspecto particular do sistema, revelando um comportamento que refletirá a natureza daquela interação. Este conceito de complementaridade reforça a ideia de que a realidade quântica é multifacetada e contextualmente dependente.
- A **epimecânica** também dá suporte à ideia de que a dualidade onda-partícula não é uma contradição, mas sim uma expressão das interações em diferentes contextos. O que observamos na experiência das fendas é altamente dependente das condições da medição e do estado do sistema, ressaltando a complementaridade como um aspecto natural da realidade.

■ Interatividade em Ação:

- Na **epimecânica**, a dualidade pode ser vista como um reflexo das relações interativas entre o sistema quântico e o ambiente. O que medições ondas ou partículas revelam depende mais do histórico interativo da partícula do que de uma definição preexistente.

Dualidade e Complementaridade

■ Conceito de Complementaridade:

- A **epimecânica** ressalta que a onda e a partícula não são estados exclusivos, mas manifestações complementares que emergem dependendo do contexto da interação e do tipo de medição. Cada situação experimental ativa um aspecto particular do sistema, revelando um comportamento que refletirá a natureza daquela interação. Este conceito de complementaridade reforça a ideia de que a realidade quântica é multifacetada e contextualmente dependente.
- A **epimecânica** também dá suporte à ideia de que a dualidade onda-partícula não é uma contradição, mas sim uma expressão das interações em diferentes contextos. O que observamos na experiência das fendas é altamente dependente das condições da medição e do estado do sistema, ressaltando a complementaridade como um aspecto natural da realidade.

■ Interatividade em Ação:

- Na **epimecânica**, a dualidade pode ser vista como um reflexo das relações interativas entre o sistema quântico e o ambiente. O que medições ondas ou partículas revelam depende mais do histórico interativo da partícula do que de uma definição preexistente. Essa dinâmica sugere que o comportamento quântico emergente é complexamente interligado, refletindo uma rede de interações em um contexto mais amplo.

Causalidade

■ Causalidade multidimensional

Causalidade

■ Causalidade multidimensional

- Na **epimecânica**, a causalidade é vista de forma não linear e multidimensional. Eventos quânticos são influenciados por uma rede de interações, onde a causalidade não flui linearmente (de causa→efeito), mas é uma tapeçaria complexa de influências que moldam comportamentos de partículas em um sistema.

■ Causalidade multidimensional

- Na **epimecânica**, a causalidade é vista de forma não linear e multidimensional. Eventos quânticos são influenciados por uma rede de interações, onde a causalidade não flui linearmente (de causa→efeito), mas é uma tapeçaria complexa de influências que moldam comportamentos de partículas em um sistema. Isso significa que eventos quânticos podem ser influenciados por uma rede complexa de interações passadas e atuais, onde múltiplos fatores contextuais desempenham um papel significativo.

Causalidade

■ Causalidade multidimensional

- Na **epimecânica**, a causalidade é vista de forma não linear e multidimensional. Eventos quânticos são influenciados por uma rede de interações, onde a causalidade não flui linearmente (de causa→efeito), mas é uma tapeçaria complexa de influências que moldam comportamentos de partículas em um sistema. Isso significa que eventos quânticos podem ser influenciados por uma rede complexa de interações passadas e atuais, onde múltiplos fatores contextuais desempenham um papel significativo.
- As interações quânticas resultam de uma rede de elementos que se influenciam mutuamente, e as escolhas que resultam de medições não são apenas aleatórias, mas emergem de um sistema dinâmico de condições e contextos.

Causalidade

■ Causalidade emergente

- A causalidade (emergente) não é, pois, um simples encadeamento, mas sim uma tapeçaria de influências multicausais que interagem em tempo real, levando a uma nova classificação de eventos como "emergentes" em vez de estritamente "determinados".

Causalidade

■ Causalidade emergente

- A causalidade (emergente) não é, pois, um simples encadeamento, mas sim uma tapeçaria de influências multicausais que interagem em tempo real, levando a uma nova classificação de eventos como "emergentes" em vez de estritamente "determinados".
- A causalidade pode ser vista como uma propriedade emergente, onde as relações e interações entre os elementos de um sistema fornecem uma base mais fundamental para a causalidade. Assim, a **epimecânica** reafirma as causas como condições emergentes, onde o resultado é moldado por interações em vez de ser um fenómeno determinístico rigidamente definido.

Compreensão das Medições

- A **epimecânica** propõe que a forma como entendemos as medições deve ser reformulada. Em vez de considerá-las como atos que colapsam uma função de onda em um único resultado, as medições são vistas como influências interativas que fazem parte de um processo contínuo.

Compreensão das Medições

- A **epimecânica** propõe que a forma como entendemos as medições deve ser reformulada. Em vez de considerá-las como atos que colapsam uma função de onda em um único resultado, as medições são vistas como influências interativas que fazem parte de um processo contínuo.
- **Interatividade na Medição**

Compreensão das Medições

- A **epimecânica** propõe que a forma como entendemos as medições deve ser reformulada. Em vez de considerá-las como atos que colapsam uma função de onda em um único resultado, as medições são vistas como influências interativas que fazem parte de um processo contínuo.
- **Interatividade na Medição**
 - **Medidas como Interações:** Cada vez que se realiza uma medição, não se está apenas observando, mas interagindo. Essa interação altera o estado do sistema, levando a um novo conjunto de possibilidades e, conseqüentemente, a novas incertezas. A medição, portanto, é uma forma de ativar uma rede de estados, não de exacerbá-la em um evento determinístico.

Compreensão das Medições

- A **epimecânica** propõe que a forma como entendemos as medições deve ser reformulada. Em vez de considerá-las como atos que colapsam uma função de onda em um único resultado, as medições são vistas como influências interativas que fazem parte de um processo contínuo.
- **Interatividade na Medição**
 - **Medidas como Interações:** Cada vez que se realiza uma medição, não se está apenas observando, mas interagindo. Essa interação altera o estado do sistema, levando a um novo conjunto de possibilidades e, conseqüentemente, a novas incertezas. A medição, portanto, é uma forma de ativar uma rede de estados, não de exacerbá-la em um evento determinístico.
 - **Ciclo de Retroalimentação:** Essa visão sugere um ciclo de retroalimentação em que a história das medições contribui para a configuração do que pode ser medido posteriormente.

Compreensão das Medições

- A **epimecânica** propõe que a forma como entendemos as medições deve ser reformulada. Em vez de considerá-las como atos que colapsam uma função de onda em um único resultado, as medições são vistas como influências interativas que fazem parte de um processo contínuo.
- **Interatividade na Medição**
 - **Medidas como Interações:** Cada vez que se realiza uma medição, não se está apenas observando, mas interagindo. Essa interação altera o estado do sistema, levando a um novo conjunto de possibilidades e, conseqüentemente, a novas incertezas. A medição, portanto, é uma forma de ativar uma rede de estados, não de exacerbá-la em um evento determinístico.
 - **Ciclo de Retroalimentação:** Essa visão sugere um ciclo de retroalimentação em que a história das medições contribui para a configuração do que pode ser medido posteriormente. A cada interação, a rede de possibilidades é reconfigurada, refletindo mais a complexidade relacional do que uma simples sequência linear de eventos.

FIM

Obrigado

Dedicado ao meu primo Mário.