

# Curso

## Física Quântica



## Curso

### Física Quântica

- » Modalidade: online
- » Duração: 12 semanas
- » Certificado: TECH Universidade Tecnológica
- » Dedicção: 16h/semana
- » Horário: no seu próprio ritmo
- » Provas: online

Acesso ao site: [www.techtute.com/br/engenharia/curso/fisica-quantica](http://www.techtute.com/br/engenharia/curso/fisica-quantica)

# Índice

01

Apresentação

---

*pág. 4*

02

Objetivos

---

*pág. 8*

03

Estrutura e conteúdo

---

*pág. 12*

04

Metodologia

---

*pág. 18*

05

Certificado

---

*pág. 26*

01

# Apresentação

Por trás de muitos dos avanços tecnológicos atuais, como fibra ótica, comunicações sem fio, lasers ou ressonância nuclear magnética, a física quântica ocupa uma posição de vanguarda. Além disso, nos últimos anos, os estudos e trabalhos sobre a criação de computadores quânticos se intensificaram, gerando um grande fascínio na sociedade. É, portanto, este ramo da física que é atualmente indispensável para o desenvolvimento de projetos no campo da engenharia. Por esta razão, esta instituição acadêmica criou este programa 100% online, que fornece conhecimentos essenciais sobre os processos físicos mais comuns e os principais postulados. Tudo isso, além de conteúdo multimídia inovador que você pode acessar 24 horas por dia através de um computador com conexão à Internet.



“

*Com este Curso de Física Quântica você adquirirá os conhecimentos necessários para desenvolver projetos no campo da comunicação ou da computação”*

A produção de energia, os átomos ultrafrios, os íons presos ou a fotônica são atualmente um campo de desenvolvimento para profissionais de engenharia que desejam fazer uma imersão no campo da física quântica. O conhecimento essencial deste ramo da ciência contribuiu sem dúvida para as comunicações atuais, para a promoção de novas tecnologias e para o progresso de outras disciplinas.

Compreender a matéria em escala muito pequena: nos níveis molecular, atômico e ainda menor é fundamental para o engenheiro que quer avançar em sua carreira, seja implementando suas próprias ideias ou participando de projetos em empresas renomadas. É por isso que a TECH criou este Curso de Física Quântica, no qual, em apenas 12 semanas, o aluno obterá o aprendizado necessário para prosperar em sua área.

Desde o início, os estudantes serão introduzidos aos principais conceitos relacionados a esta especialidade, as principais leis que a regem, seus postulados e os problemas que podem ser resolvidos pela aplicação da mecânica quântica. Tudo isso conta com um conteúdo multimídia inovador que pode ser facilmente acessado 24 horas por dia, a partir de qualquer computador, *tablet* ou celular com conexão à Internet.

Esta é uma excelente oportunidade para os profissionais estudarem um Curso 100% online, que é flexível e permite conciliar seu trabalho e/ou responsabilidades pessoais com uma educação de qualidade. Além disso, o método *Relearning*, usado pela TECH em todos os seus programas, ajudará você a reduzir as longas horas de estudo que são tão comuns em outros sistemas de ensino.

Este **Curso de Física Quântica** conta com o conteúdo mais completo e atualizado do mercado. Suas principais características são:

- ◆ O desenvolvimento de casos práticos apresentados por especialistas em Física
- ◆ O conteúdo gráfico, esquemático e extremamente útil fornece informações científicas e práticas sobre as disciplinas indispensáveis para o exercício da profissão
- ◆ Exercícios práticos onde o processo de autoavaliação é realizado para melhorar a aprendizagem
- ◆ Destaque especial para as metodologias inovadoras
- ◆ Lições teóricas, perguntas aos especialistas, fóruns de discussão sobre temas controversos e trabalhos de reflexão individual
- ◆ Disponibilidade de acesso a todo o conteúdo a partir de qualquer dispositivo, fixo ou portátil, com conexão à Internet



*Obtenha a base de conhecimentos de Física Quântica que você precisa para avançar em sua profissão como engenheiro"*



*Neste programa você poderá aprender facilmente o método Wentzel-Kramers-Brillouin (WKB) em seu computador ou tablet com conexão à Internet"*

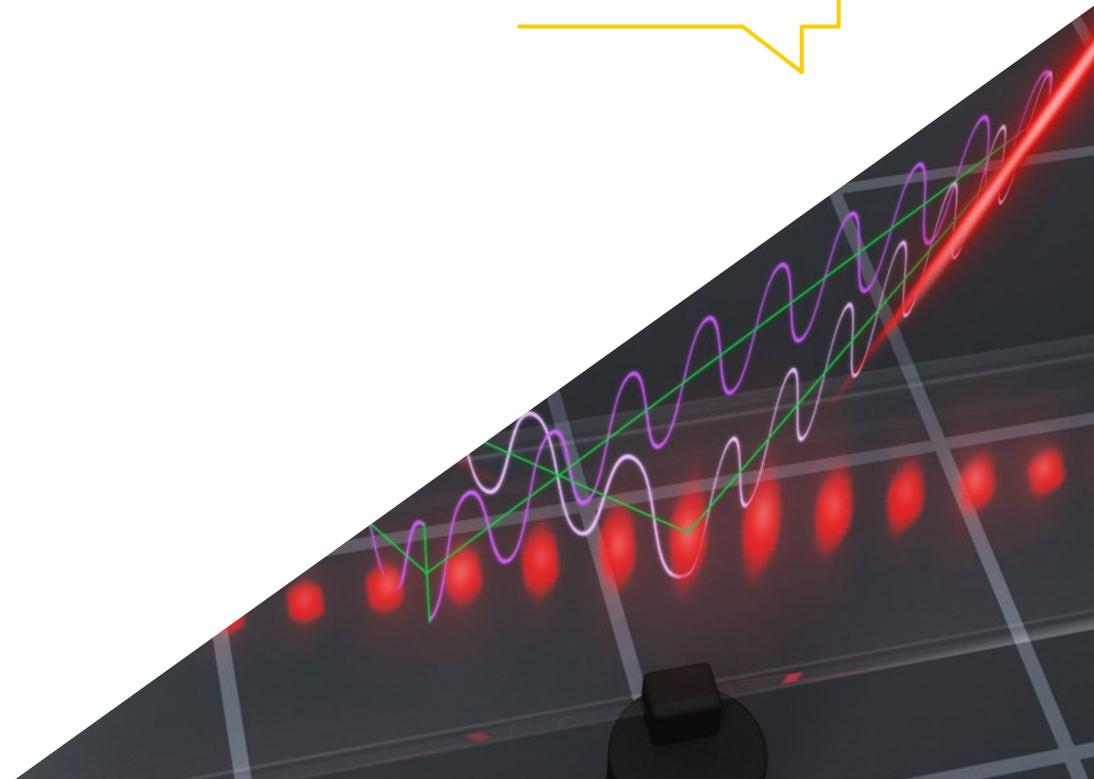
O corpo docente do programa conta com profissionais do setor, que transferem toda a experiência adquirida ao longo de suas carreiras para esta capacitação, além de especialistas reconhecidos de instituições de referência e universidades de prestígio.

O conteúdo multimídia, desenvolvido com a mais recente tecnologia educacional, permitirá ao profissional uma aprendizagem contextualizada, ou seja, realizada através de um ambiente simulado, proporcionando uma capacitação imersiva e programada para praticar diante de situações reais.

Este programa se concentra na Aprendizagem Baseada em Problemas, onde os profissionais deverão resolver as diferentes situações da prática profissional que surgirem ao longo do curso. Para isso, contará com a ajuda de um inovador sistema de vídeo interativo realizado por especialistas reconhecidos.

*Matricule-se agora em uma universidade 100% online que seja compatível com qualquer uma das responsabilidades profissionais mais exigentes.*

*Clique e matricule-se em um Curso que lhe ensinará a aplicação dos postulados de mecânica quântica.*



02

# Objetivos

A TECH aplica a mais recente tecnologia utilizada no ensino acadêmico nos recursos didáticos que fornece aos estudantes. Graças a eles, você poderá adquirir o conhecimento essencial da Física Quântica exigido por todos os alunos formados em engenharia. No final deste Curso, os estudantes serão capazes de compreender os processos físicos mais comuns nesta especialidade, aplicar ferramentas matemáticas para resolver problemas de mecânica quântica ou compreender a teoria das perturbações dependentes do tempo.



“

*Este Curso lhe permitirá compreender as leis da física, sua articulação e as diferentes teorias existentes”*



## Objetivos gerais

---

- ◆ Desenvolver uma mente aberta e crítica, a solução para compreender as leis da física no nível subatômico
- ◆ Aplicar os conceitos fundamentais da Física Quântica e sua articulação em leis, teorias
- ◆ Conhecer os modelos atômicos com o método variacional

“

*Você poderá compreender qualquer conceito deste Curso graças ao corpo docente especializado, que resolverá quaisquer dúvidas que você possa ter sobre o programa de estudos”*





## Objetivos específicos

---

- ◆ Conhecer os processos físicos mais comuns na Física Quântica
- ◆ Familiarizar-se com os postulados da física quântica
- ◆ Saber como aplicar as ferramentas matemáticas características da física quântica para resolver problemas mecânicos quânticos
- ◆ Dominando o momento angular intrínseco
- ◆ Compreender a teoria da perturbações dependentes do tempo
- ◆ Entender e saber como aplicar o método WKB

# 03

## Estrutura e conteúdo

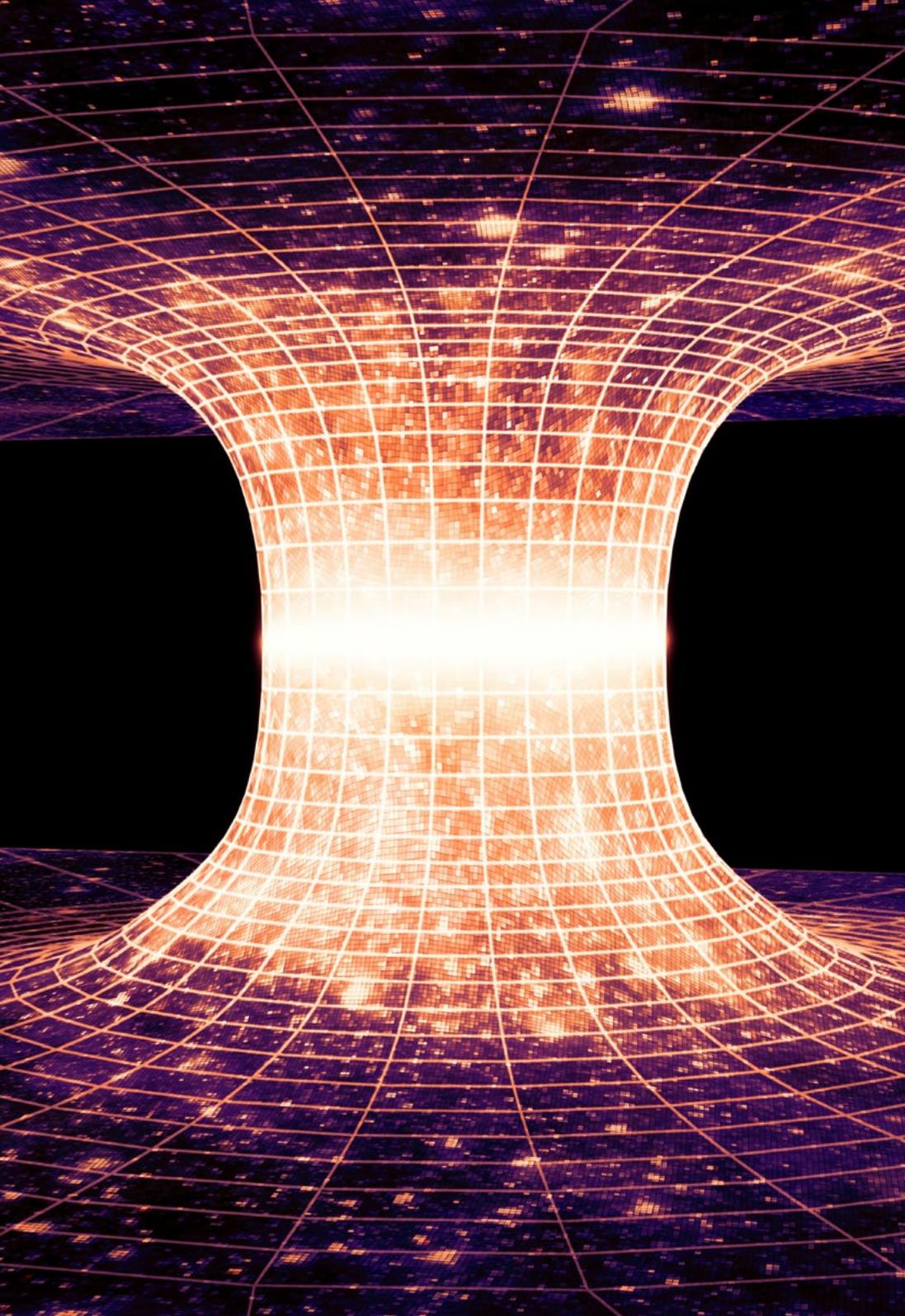
O plano de estudos deste Curso foi projetado para fornecer aos estudantes as informações mais avançadas e relevantes sobre a Física Quântica em apenas 12 semanas. Após uma introdução às origens deste ramo da ciência, os estudantes aprenderão sobre os postulados da mecânica quântica, suas aplicações, dinâmica, o oscilador harmônico e o método (WKB). Com esta finalidade, o aluno contará com uma biblioteca de recursos disponível 24 horas por dia e facilmente acessível a partir de um computador ou *Tablet* com conexão à Internet.

“

*Graças aos estudos de caso neste curso  
você terá uma visão mais prática da Spin"*

## Módulo 1. Física Quântica

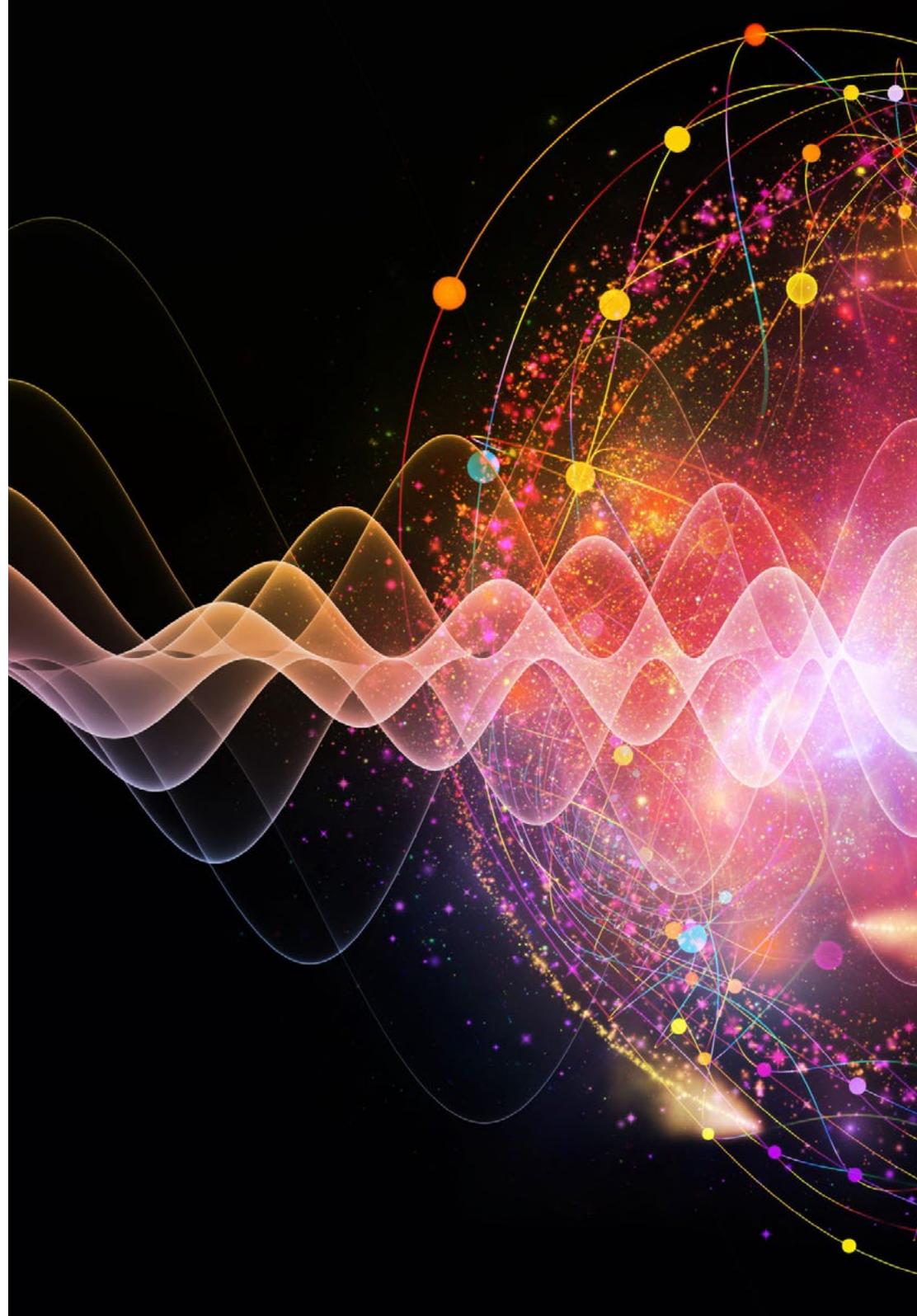
- 1.1. Origens da Física Quântica
  - 1.1.1. Radiação de corpo negro
  - 1.1.2. Efeito fotoelétrico
  - 1.1.3. Efeito Compton
  - 1.1.4. Espectros e modelos atômicos
  - 1.1.5. Princípio de exclusão de Pauli
    - 1.1.5.1. Efeito Zeeman
    - 1.1.5.2. Experimento Stern-Gerlach
  - 1.1.6. Comprimento de onda de De Broglie e o experimento da dupla fenda
- 1.2. Formalismo matemático
  - 1.2.1. Espaço de Hilbert
  - 1.2.2. Nomenclatura de Dirac: Bra - ket
  - 1.2.3. Produto interno e produto externo
  - 1.2.4. Operadores lineares
  - 1.2.5. Operadores herméticos e diagonalização
  - 1.2.6. Soma e produto tensorial
  - 1.2.7. Matriz de densidade
- 1.3. Postulados da mecânica quântica
  - 1.3.1. Postulado 1: definição de estado
  - 1.3.2. Postulado 2: definição de observáveis
  - 1.3.3. Postulado 3: definição de medidas
  - 1.3.4. Postulado 4: probabilidade das medidas
  - 1.3.5. Postulado 5: dinâmica
- 1.4. Aplicação dos postulados da mecânica quântica
  - 1.4.1. Probabilidade de resultados: estatísticas
  - 1.4.2. Indeterminação
  - 1.4.3. Evolução temporal dos valores esperados
  - 1.4.4. Compatibilidade e comutação de observáveis
  - 1.4.5. Matrizes Pauli
- 1.5. Dinâmica da mecânica quântica
  - 1.5.1. Representação de posições
  - 1.5.2. Representação de momentos
  - 1.5.3. Equação de Schrödinger
  - 1.5.4. Teorema de Ehrenfest
  - 1.5.5. Teorema Virial
- 1.6. Barreiras de potencial
  - 1.6.1. Poço quadrado infinito
  - 1.6.2. Poço quadrado finito
  - 1.6.3. Degrau de potencial
  - 1.6.4. Potencial delta
  - 1.6.5. Efeito túnel
  - 1.6.6. Partícula livre
- 1.7. Oscilador harmônico simples quântico unidimensional
  - 1.7.1. Analogia com a mecânica clássica
  - 1.7.2. Hamiltoniano e valores próprios de energia
  - 1.7.3. Método analítico
  - 1.7.4. Estados "desfocados"
  - 1.7.5. Estados coerentes
- 1.8. Operadores e observáveis tridimensionais
  - 1.8.1. Revisão das noções de cálculo com diversas variáveis
  - 1.8.2. Operador de posição
  - 1.8.3. Operador de momento linear
  - 1.8.4. Momento angular orbital
  - 1.8.5. Operadores de escala (*Ladder Operators*)
  - 1.8.6. Hamiltoniano
- 1.9. Valores e funções próprias tridimensionais
  - 1.9.1. Operador de posição
  - 1.9.2. Operador de momento linear
  - 1.9.3. Operador momento angular orbital e harmônicos esféricos
  - 1.9.4. Equação angular

- 
- 1.10. Barreiras de potencial tridimensional
    - 1.10.1. Partícula livre
    - 1.10.2. Partícula em uma caixa
    - 1.10.3. Potenciais centrais e equação radial
    - 1.10.4. Poço esférico infinito
    - 1.10.5. Átomo de hidrogênio
    - 1.10.6. Oscilador harmônico tridimensional

## Módulo 2. Física quântica II

- 2.1. Descrições da mecânica quântica: imagens ou representações
  - 2.1.1. Imagem de Schrödinger
  - 2.1.2. Imagem de Heisenberg
  - 2.1.3. Imagem de Dirac ou de interação
  - 2.1.4. Mudança de imagens
- 2.2. Oscilador harmônico
  - 2.2.1. Operadores de criação e aniquilação
  - 2.2.2. Funções de onda dos estados de Fock
  - 2.2.3. Estados coerentes
  - 2.2.4. Estados de mínima indeterminação
  - 2.2.5. Estados “comprimidos”
- 2.3. Momento angular
  - 2.3.1. Rotações
  - 2.3.2. Comutadores do momento angular
  - 2.3.3. Base do momento angular
  - 2.3.4. Operadores de escala
  - 2.3.5. Representação matricial
  - 2.3.6. Momento angular intrínseco: o *Spín*
  - 2.3.7. Casos de *Spín*:  $1/2, 1, 3/2$
- 2.4. Funções de ondas multicomponentes: espinoriais
  - 2.4.1. Funções de onda de um componente: *Spín* 0
  - 2.4.2. Funções de onda de dois componentes: *Spín*  $1/2$
  - 2.4.3. Valores esperados do observável *Spín*
  - 2.4.4. Estados atômicos
  - 2.4.5. Adição de momento angular
  - 2.4.6. Coeficientes de Clebsch-Gordan

- 2.5. Estudo de sistemas compostos
  - 2.5.1. Partículas distinguíveis
  - 2.5.2. Partículas indistinguíveis
  - 2.5.3. Caso de fótons: experimento com espelho semitransparente
  - 2.5.4. Entrelaçamento quântico
  - 2.5.5. Desigualdades de Bell
  - 2.5.6. Paradoxo EPR
  - 2.5.7. Teorema de Bell
- 2.6. Introdução aos métodos aproximados: método variacional
  - 2.6.1. Introdução ao método variacional
  - 2.6.2. Variações lineares
  - 2.6.3. Método variacional de Rayleigh-Ritz
  - 2.6.4. Oscilador harmônico: estudo por métodos variacionais
- 2.7. Estudo de modelos atômicos com o método variacional
  - 2.7.1. Átomo de hidrogênio
  - 2.7.2. Átomo de hélio
  - 2.7.3. Molécula de hidrogênio ionizado
  - 2.7.4. Simetrias discretas
    - 2.7.4.1. Paridade
    - 2.7.4.2. Investimento temporário
- 2.8. Introdução à teoria da perturbação
  - 2.8.1. Perturbações independentes do tempo
  - 2.8.2. Caso não degenerado
  - 2.8.3. Caso degenerado
  - 2.8.4. Estrutura fina do átomo de hidrogênio
  - 2.8.5. Efeito Zeeman
  - 2.8.6. Constante de acoplamento spin-spin. Estrutura hiperfina
  - 2.8.7. Teoria de perturbação dependentes do tempo
    - 2.8.7.1. Átomo de dois níveis
    - 2.8.7.2. Perturbações sinusoidais



- 2.9. Aproximação adiabática
  - 2.9.1. Introdução à abordagem adiabática
  - 2.9.2. O teorema adiabático
  - 2.9.3. Fase de Berry
  - 2.9.4. Efeito Aharonov-Bohm
- 2.10. Aproximação Wentzel-Kramers-Brillouin (WKB)
  - 2.10.1. Introdução ao método de WKB
  - 2.10.2. Região clássica
  - 2.10.3. Efeito túnel
  - 2.10.4. Fórmulas de conexão

“

*Um programa 100% online que lhe conduzirá através da abordagem adiabática e do efeito Aharonov-Bohm”*

04

# Metodologia

Este curso oferece uma maneira diferente de aprender. Nossa metodologia é desenvolvida através de um modo de aprendizagem cíclico: **o Relearning**. Este sistema de ensino é utilizado, por exemplo, nas faculdades de medicina mais prestigiadas do mundo e foi considerado um dos mais eficazes pelas principais publicações científicas, como o *New England Journal of Medicine*.





“

*Descubra o Relearning, um sistema que abandona a aprendizagem linear convencional para realizá-la através de sistemas de ensino cíclicos: uma forma de aprendizagem que se mostrou extremamente eficaz, especialmente em disciplinas que requerem memorização”*

## Estudo de caso para contextualizar todo o conteúdo

Nosso programa oferece um método revolucionário para desenvolver as habilidades e o conhecimento. Nosso objetivo é fortalecer as competências em um contexto de mudança, competitivo e altamente exigente.

“

*Com a TECH você irá experimentar uma maneira de aprender que está revolucionando as bases das universidades tradicionais em todo o mundo”*



*Você terá acesso a um sistema de aprendizagem baseado na repetição, por meio de um ensino natural e progressivo ao longo de todo o programa.*



*Através de atividades de colaboração e casos reais, o aluno aprenderá a resolver situações complexas em ambientes reais de negócios.*

## Um método de aprendizagem inovador e diferente

Este curso da TECH é um programa de ensino intensivo, criado do zero, que propõe os desafios e decisões mais exigentes nesta área, em âmbito nacional ou internacional. Através desta metodologia, o crescimento pessoal e profissional é impulsionado em direção ao sucesso. O método do caso, técnica que constitui a base deste conteúdo, garante que a realidade econômica, social e profissional mais atual seja adotada.

“*Nosso programa prepara você para enfrentar novos desafios em ambientes incertos e alcançar o sucesso na sua carreira*”

O método do caso é o sistema de aprendizagem mais utilizado pelas melhores faculdades do mundo. Desenvolvido em 1912 para que os alunos de Direito pudessem aprender a lei não apenas com base no conteúdo teórico, o método do caso consistia em apresentar situações reais e complexas para que os alunos tomassem decisões e justificassem como resolvê-las. Em 1924 foi estabelecido como o método de ensino padrão em Harvard.

Em uma determinada situação, o que um profissional deveria fazer? Esta é a pergunta que abordamos no método do caso, um método de aprendizagem orientado para a ação. Ao longo do programa, os alunos irão se deparar com diversos casos reais. Terão que integrar todo o conhecimento, pesquisar, argumentar e defender suas ideias e decisões.

## Metodologia Relearning

A TECH utiliza de maneira eficaz a metodologia do estudo de caso com um sistema de aprendizagem 100% online, baseado na repetição, combinando 8 elementos didáticos diferentes em cada aula.

Potencializamos o Estudo de Caso com o melhor método de ensino 100% online: o Relearning.

*Em 2019 alcançamos os melhores resultados de aprendizagem entre todas as universidades online do mundo.*

Na TECH você aprende através de uma metodologia de vanguarda, desenvolvida para capacitar os profissionais do futuro. Este método, na vanguarda da pedagogia mundial, se chama Relearning.

Nossa universidade é uma das únicas que possui a licença para usar este método de sucesso. Em 2019 conseguimos melhorar os níveis de satisfação geral dos nossos alunos (qualidade de ensino, qualidade dos materiais, estrutura dos curso, objetivos, entre outros) com relação aos indicadores da melhor universidade online.



No nosso programa, a aprendizagem não é um processo linear, ela acontece em espiral (aprender, desaprender, esquecer e reaprender). Portanto, combinamos cada um desses elementos de forma concêntrica. Esta metodologia já capacitou mais de 650 mil universitários com um sucesso sem precedentes em campos tão diversos como a bioquímica, a genética, a cirurgia, o direito internacional, habilidades administrativas, ciência do esporte, filosofia, direito, engenharia, jornalismo, história, mercados e instrumentos financeiros. Tudo isso em um ambiente altamente exigente, com um corpo discente com um perfil socioeconômico médio-alto e uma média de idade de 43,5 anos.

*O Relearning permitirá uma aprendizagem com menos esforço e mais desempenho, fazendo com que você se envolva mais em sua especialização, desenvolvendo o espírito crítico e sua capacidade de defender argumentos e contrastar opiniões: uma equação de sucesso.*

A partir das últimas evidências científicas no campo da neurociência, sabemos como organizar informações, ideias, imagens, memórias, mas sabemos também que o lugar e o contexto onde aprendemos algo é fundamental para nossa capacidade de lembrá-lo e armazená-lo no hipocampo, para mantê-lo em nossa memória a longo prazo.

Desta forma, no que se denomina Neurocognitive context-dependent e-learning, os diferentes elementos do nosso programa estão ligados ao contexto onde o aluno desenvolve sua prática profissional.



Neste programa, oferecemos o melhor material educacional, preparado especialmente para os profissionais:



#### Material de estudo

Todo o conteúdo foi criado especialmente para o curso pelos especialistas que irão ministrá-lo, o que faz com que o desenvolvimento didático seja realmente específico e concreto.

Posteriormente, esse conteúdo é adaptado ao formato audiovisual, para criar o método de trabalho online da TECH. Tudo isso, com as técnicas mais inovadoras que proporcionam alta qualidade em todo o material que é colocado à disposição do aluno.



#### Masterclasses

Há evidências científicas sobre a utilidade da observação de terceiros especialistas.

O "Learning from an expert" fortalece o conhecimento e a memória, além de gerar segurança para a tomada de decisões difíceis no futuro



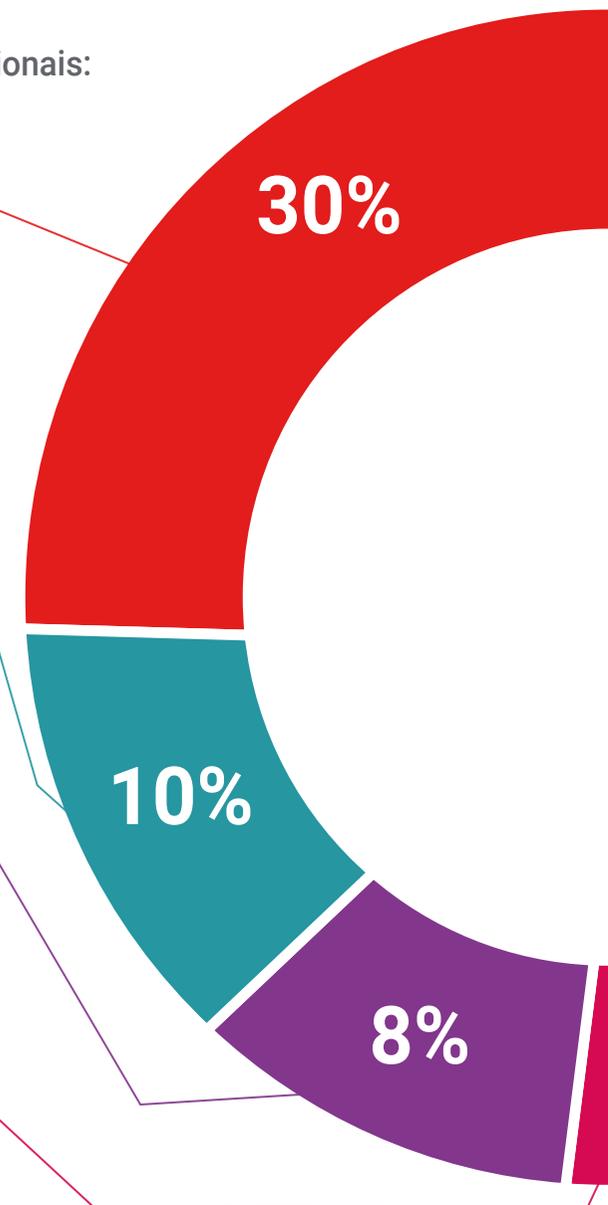
#### Práticas de habilidades e competências

Serão realizadas atividades para desenvolver competências e habilidades específicas em cada área temática. Práticas e dinâmicas para adquirir e ampliar as competências e habilidades que um especialista precisa desenvolver no contexto globalizado em que vivemos.



#### Leituras complementares

Artigos recentes, documentos de consenso e diretrizes internacionais, entre outros. Na biblioteca virtual da TECH o aluno terá acesso a tudo o que for necessário para complementar a sua capacitação.





**Estudos de caso**

Os alunos irão completar uma seleção dos melhores estudos de caso escolhidos especialmente para esta capacitação. Casos apresentados, analisados e orientados pelos melhores especialistas do cenário internacional.



**Resumos interativos**

A equipe da TECH apresenta o conteúdo de forma atraente e dinâmica através de pílulas multimídia que incluem áudios, vídeos, imagens, gráficos e mapas conceituais para consolidar o conhecimento.

Este sistema exclusivo de capacitação por meio da apresentação de conteúdo multimídia foi premiado pela Microsoft como "Caso de sucesso na Europa"



**Testing & Retesting**

Avaliamos e reavaliamos periodicamente o conhecimento do aluno ao longo do programa, através de atividades e exercícios de avaliação e autoavaliação, para que possa comprovar que está alcançando seus objetivos.



05

# Certificado

O Curso de Física Quântica garante, além da capacitação mais rigorosa e atualizada, acesso ao certificado do Curso emitido pela TECH Universidade Tecnológica.



“

*Conclua este programa de estudos  
com sucesso e receba o seu certificado  
sem sair de casa e sem burocracias”*

Este **Curso de Física Quântica** conta com o conteúdo mais completo e atualizado do mercado.

Uma vez aprovadas as avaliações, o aluno receberá por correio o certificado\* correspondente ao **Curso** emitido pela **TECH Universidade Tecnológica**.

O certificado emitido pela **TECH Universidade Tecnológica** expressará a qualificação obtida no Curso, atendendo aos requisitos normalmente exigidos pelas bolsas de empregos, concursos públicos e avaliação de carreira profissional.

Título: **Curso de Física Quântica**

N.º de Horas Oficiais: **300h**



\*Apostila de Haia: Caso o aluno solicite que seu certificado seja apostilado, a TECH EDUCATION providenciará a obtenção do mesmo a um custo adicional.



## Curso Física Quântica

- » Modalidade: online
- » Duração: 12 semanas
- » Certificado: TECH Universidade Tecnológica
- » Dedicção: 16h/semana
- » Horário: no seu próprio ritmo
- » Provas: online

# Curso

## Física Quântica