

Aula 37 – O Futuro da Genômica e da Edição Gênica

Desvendando o Amanhã: Genômica, IA e o Potencial da Vida

Bem-vindo à Aula 37 do nosso Curso de Genômica Avançada e Edição Gênica! Chegamos a um ponto crucial onde olhamos para o horizonte, explorando as fronteiras do conhecimento que estão redefinindo o que é possível na biologia e na medicina. Se você chegou até aqui, é porque já compreende a complexidade e o poder da genômica, e agora é o momento de vislumbrar como essa ciência está moldando nosso futuro.

Nesta aula, nosso objetivo é claro: vamos desvendar os tópicos mais inovadores e, por vezes, desafiadores, que estão no epicentro da genômica e da edição gênica. Você será capaz de compreender a fusão da inteligência artificial com a análise genômica, explorar o fascinante e controverso mundo dos *gene drives*, e refletir sobre o potencial transformador da genômica na extensão de uma vida saudável. Mais do que isso, faremos uma retrospectiva do nosso percurso e projetaremos as inúmeras oportunidades de carreira que aguardam os especialistas nesta área.

Prepare-se para uma jornada que conectará o que você já sabe sobre sequenciamento de nova geração (NGS) e as maravilhas do CRISPR-Cas9 com as aplicações mais futurísticas. Imagine como a medicina de precisão, que já personaliza tratamentos para câncer, pode evoluir ainda mais. Vamos mergulhar em como a tecnologia e a biologia se entrelaçam para criar um futuro onde o código da vida é não apenas lido, mas também compreendido e, quem sabe, otimizado.

A Genômica na Era da Inteligência Artificial: Predição de Função Gênica

Imagine-se diante de uma biblioteca gigantesca, com bilhões de livros, todos escritos em uma linguagem que você está apenas começando a decifrar. Cada livro é um gene, e cada frase é uma sequência de DNA. O desafio não é apenas ler esses livros, mas entender o que cada um deles *faz*, qual sua função na grande narrativa da vida. Essa é a realidade da genômica hoje: temos uma quantidade colossal de dados genéticos, mas a interpretação funcional de cada um deles ainda é um gargalo.

📄 **A IA como Super-Bibliotecário:** A Inteligência Artificial está se tornando uma ferramenta indispensável para transformar dados brutos de sequenciamento em conhecimento biológico acionável, especialmente na [predição de função gênica](#).

É aqui que a **Inteligência Artificial (IA)** entra em cena, não como um leitor comum, mas como um super-bibliotecário capaz de processar volumes de informação que seriam impossíveis para a mente humana. A IA está se tornando uma ferramenta indispensável para transformar dados brutos de sequenciamento em conhecimento biológico acionável, especialmente na **predição de função gênica**. Ela nos ajuda a decifrar o propósito de genes e proteínas, mesmo aqueles que nunca foram estudados antes, acelerando descobertas e abrindo novas avenidas para a medicina e a biotecnologia.

Pense na IA como um detetive experiente que, ao invés de procurar pistas em uma cena de crime, busca padrões em sequências genéticas. Ela analisa milhões de genes conhecidos, suas estruturas e as proteínas que codificam, aprendendo as "regras" da biologia. Com esse conhecimento, quando encontra um gene novo ou pouco caracterizado, a IA pode prever com alta precisão qual será sua função, como ele interage com outros componentes celulares e qual seu papel em processos biológicos ou doenças. Isso é um salto quântico na nossa capacidade de entender o genoma.

Decifrando o Código: Como a IA Otimiza a Predição Gênica

A complexidade do genoma humano, com seus mais de 20.000 genes codificadores de proteínas e um vasto universo de RNAs não codificadores, exige abordagens inovadoras. Tradicionalmente, a função de um gene era determinada por experimentos demorados e caros em laboratório. Com a IA, podemos agora prever funções com base em características como a sequência de DNA, a estrutura da proteína que ele codifica, a localização no cromossomo e até mesmo a expressão em diferentes tecidos.

AlphaFold

Revolucionou a predição da estrutura 3D de proteínas a partir de sua sequência de aminoácidos. A estrutura de uma proteína é intrinsecamente ligada à sua função.

Identificação de Variantes

Plataformas de aprendizado de máquina analisam dados de NGS de milhares de pacientes, correlacionando mutações específicas com fenótipos de doenças.

Reconhecimento de Padrões

É como ter um sistema de reconhecimento facial para genes, que não apenas identifica o gene, mas também prevê seu comportamento e suas interações.

Um exemplo notável é o **AlphaFold**, desenvolvido pela DeepMind, que revolucionou a predição da estrutura 3D de proteínas a partir de sua sequência de aminoácidos. A estrutura de uma proteína é intrinsecamente ligada à sua função, e prever essa estrutura com precisão é como ter um mapa detalhado de um novo território. Antes do AlphaFold, determinar a estrutura de uma única proteína podia levar anos; agora, a IA faz isso em minutos, acelerando drasticamente o design de novos medicamentos e a compreensão de doenças.

Além da estrutura proteica, a IA é usada para identificar **variantes genéticas** associadas a doenças. Plataformas de aprendizado de máquina analisam dados de sequenciamento de nova geração (NGS) de milhares de pacientes, correlacionando mutações específicas com fenótipos de doenças. Isso permite que os cientistas identifiquem genes candidatos para terapias e diagnósticos mais rapidamente. É como ter um sistema de reconhecimento facial para genes, que não apenas identifica o gene, mas também prevê seu comportamento e suas interações.

Desafios e o Futuro da IA na Genômica

Desafios Atuais

- Qualidade e quantidade dos dados de treinamento
- Interpretabilidade dos modelos de IA
- Necessidade de explicar o raciocínio por trás das previsões
- Contextos clínicos exigem transparência

Perspectivas Futuras

- Aprimoramento da medicina de precisão
- Diagnósticos mais rápidos e personalizados
- Descoberta de novos alvos terapêuticos
- Aceleração do desenvolvimento de medicamentos


Apesar de todo o seu potencial, a integração da IA na genômica não está isenta de desafios. A qualidade e a quantidade dos dados de treinamento são cruciais; modelos de IA são tão bons quanto os dados que os alimentam. Além disso, a interpretabilidade dos modelos de IA, ou seja, entender *por que* a IA fez uma determinada previsão, ainda é uma área ativa de pesquisa. Precisamos de sistemas que não apenas nos deem respostas, mas também expliquem o raciocínio por trás delas, especialmente em contextos clínicos.

No entanto, as perspectivas são imensas. A IA continuará a aprimorar a **medicina de precisão**, permitindo diagnósticos mais rápidos e tratamentos personalizados baseados no perfil genético individual de cada paciente. Imagine um futuro onde, ao sequenciar o genoma de um paciente com câncer, a IA não apenas identifica as mutações, mas também prevê a resposta a diferentes quimioterapias e terapias-alvo, otimizando o tratamento desde o início.

A IA também será fundamental na descoberta de novos alvos terapêuticos e no desenvolvimento de novas drogas. Ao prever a função de genes e proteínas, ela pode apontar para novas vias biológicas que podem ser moduladas para tratar doenças. Isso nos leva a uma era onde a descoberta de medicamentos, que tradicionalmente leva décadas, pode ser acelerada exponencialmente, transformando a forma como enfrentamos doenças complexas.

Gene Drives: Redefinindo a Intervenção Ecológica

Agora, vamos mudar de marcha e explorar um dos avanços mais poderosos e, ao mesmo tempo, controversos da edição gênica: os **gene drives**. Se a IA nos ajuda a *entender* o genoma, os gene drives nos dão o poder de *reescrevê-lo* e garantir que essa reescrita seja transmitida de forma preferencial através das gerações, alterando populações inteiras de organismos. É como ter um "atalho" genético que força uma característica desejada a se espalhar rapidamente por uma população, ignorando as leis normais da herança mendeliana.

 **Herança Preferencial:** Com um gene drive, a probabilidade de herança de uma característica aumenta de 50% para quase 100%, permitindo que se espalhe por toda a população em poucas gerações.

Tradicionalmente, uma característica genética tem 50% de chance de ser herdada de um dos pais. Com um gene drive, essa probabilidade é drasticamente aumentada, muitas vezes para quase 100%. Isso significa que, se introduzirmos um gene drive em alguns indivíduos de uma população, a característica que ele carrega pode se espalhar por toda a população em poucas gerações. A tecnologia CRISPR-Cas9, com sua precisão e eficiência, tornou a criação de gene drives muito mais viável.

A necessidade de uma ferramenta como o gene drive surge de problemas ecológicos e de saúde pública de grande escala. Pense em doenças como a malária, transmitida por mosquitos, ou em espécies invasoras que devastam ecossistemas nativos. As abordagens convencionais, como pesticidas ou armadilhas, muitas vezes são ineficazes, caras ou prejudiciais ao meio ambiente. Os gene drives oferecem uma nova e potente estratégia para enfrentar esses desafios, mas com um conjunto próprio de implicações éticas e ecológicas que precisam ser cuidadosamente consideradas.

Como Funcionam os Gene Drives e Suas Aplicações

A maioria dos gene drives funciona explorando o mecanismo de reparo de DNA da própria célula. Quando o sistema CRISPR-Cas9, que faz parte do gene drive, corta o DNA em um local específico do cromossomo, a célula tenta reparar esse corte. Se o gene drive estiver presente, ele pode "enganar" a célula para usar o próprio gene drive como modelo para o reparo, inserindo-se assim no cromossomo homólogo. Isso garante que a característica do gene drive seja copiada para ambas as cópias do cromossomo, aumentando a chance de transmissão para a prole.



Controle de Vetores de Doenças

O exemplo mais estudado é o uso de gene drives para controlar populações de mosquitos *Anopheles*, vetores da malária. A ideia é introduzir um gene que torne os mosquitos inférteis ou incapazes de transmitir o parasita da malária.



Controle de Pragas Agrícolas

Gene drives poderiam ser usados para reduzir populações de insetos que destroem colheitas, oferecendo uma alternativa aos pesticidas químicos.



Erradicação de Espécies Invasoras

Em ilhas ou ecossistemas frágeis, espécies invasoras podem causar danos irreparáveis. Gene drives poderiam ser projetados para reduzir ou eliminar essas populações, restaurando o equilíbrio ecológico.

As aplicações potenciais são vastas e impactantes. Essas aplicações prometem soluções para problemas que parecem intransponíveis. No entanto, o poder de alterar o destino genético de uma espécie em larga escala levanta questões profundas sobre nossa responsabilidade e as consequências não intencionais.

Implicações Ecológicas e Éticas dos Gene Drives

O entusiasmo em torno dos gene drives é temperado por sérias preocupações. A principal delas é a **irreversibilidade** e a **imprevisibilidade**. Uma vez liberado na natureza, um gene drive pode se espalhar rapidamente e ser extremamente difícil de conter ou reverter. E se o gene drive se espalhar para espécies não-alvo? E se a característica introduzida tiver efeitos ecológicos inesperados, alterando cadeias alimentares ou a biodiversidade?

Conceito	Âmbito/Aplicação	Base/Origem	Exemplo
Gene Drive	Alteração de populações de espécies selvagens	Edição gênica (CRISPR-Cas9) e herança forçada	Redução de mosquitos <i>Anopheles</i> para combater malária
Edição Gênica	Modificação de genomas de indivíduos ou células	Ferramentas como CRISPR-Cas9	Correção de mutações em células humanas para tratar doenças genéticas

Considere o cenário de um gene drive projetado para eliminar mosquitos transmissores de malária. Embora a intenção seja nobre, o que aconteceria se esses mosquitos tivessem um papel ecológico importante, como fonte de alimento para outras espécies? A remoção de uma espécie pode ter um efeito cascata em todo o ecossistema, com consequências imprevisíveis. Além disso, a evolução pode levar ao desenvolvimento de **resistência** ao gene drive, tornando a estratégia ineficaz a longo prazo.

A discussão sobre a governança e a regulamentação dos gene drives é intensa. Quem decide quando e onde um gene drive pode ser liberado? Como garantimos a segurança e minimizamos os riscos? Essas são perguntas complexas que envolvem cientistas, formuladores de políticas, comunidades locais e o público em geral. A transparência e o engajamento público são cruciais para navegar neste território ético e ecológico.

O Potencial da Genômica para a Extensão da Vida Saudável

Desde tempos imemoriais, a humanidade sonha em viver mais e, mais importante, viver com saúde por mais tempo. A genômica, com sua capacidade de desvendar os segredos do envelhecimento e das doenças associadas à idade, está transformando esse sonho em uma meta científica tangível. Não estamos falando apenas de prolongar a vida, mas de estender a **vida saudável** – o período em que desfrutamos de plena capacidade física e mental, livre de doenças crônicas debilitantes.

📄 **Medicina Preventiva:** A genômica nos oferece a oportunidade de passar de uma medicina reativa para uma medicina **preventiva e personalizada**, que busca manter a saúde e a vitalidade por mais tempo.

O envelhecimento não é apenas um processo passivo de desgaste; é um programa biológico complexo, influenciado por uma miríade de genes e vias moleculares. A genômica nos permite identificar esses genes e entender como eles contribuem para o declínio celular e tecidual que caracteriza o envelhecimento. É como ter acesso ao manual de instruções do nosso corpo, onde podemos identificar os "bugs" que levam ao envelhecimento e, potencialmente, corrigi-los.

A medicina de precisão, que já vimos em ação no tratamento do câncer, é a chave para a extensão da vida saudável. Ao entender o perfil genético individual de cada pessoa, podemos prever riscos de doenças relacionadas à idade, como Alzheimer, doenças cardíacas e diabetes tipo 2, e intervir proativamente. A genômica nos oferece a oportunidade de passar de uma medicina reativa, que trata doenças depois que elas surgem, para uma medicina preventiva e personalizada, que busca manter a saúde e a vitalidade por mais tempo.

Estratégias Genômicas para Combater o Envelhecimento

A pesquisa genômica tem identificado diversas vias moleculares que desempenham papéis cruciais no envelhecimento. Entre elas, destacam-se:

Telômeros

As "capas" protetoras nas extremidades dos cromossomos que encurtam a cada divisão celular. A genômica busca formas de manter o comprimento dos telômeros para prolongar a vida útil das células.

Senescência Celular

Células "zumbis" que param de se dividir, mas permanecem no corpo, liberando substâncias inflamatórias. A genômica está explorando terapias **senolíticas** e **senomórficas**.

Vias de Sinalização Nutricional

Genes que respondem à dieta e ao metabolismo, como a via mTOR e as sirtuínas, que influenciam a longevidade. A genômica busca modular essas vias para imitar os efeitos benéficos da restrição calórica.

Epigenética

Modificações químicas no DNA que afetam a expressão gênica. O "relógio epigenético" pode prever a idade biológica, e a genômica explora intervenções para "reverter" esse relógio.

A edição gênica, especialmente com ferramentas como CRISPR, abre portas para a correção de mutações genéticas que predispõem a doenças relacionadas à idade. Imagine poder editar um gene que aumenta o risco de Alzheimer antes que a doença se manifeste, ou fortalecer genes que promovem a resiliência celular. É como ter um mecânico genético que pode fazer ajustes finos no motor do nosso corpo para que ele funcione de forma otimizada por mais tempo.

Desafios Éticos e Sociais da Longevidade Genômica

Questões Éticas

- Acesso equitativo às tecnologias
- Risco de criar uma elite de "super-longevos"
- Desigualdades sociais exacerbadas
- Implicações para a dignidade humana

Impactos Sociais

- Adaptação das estruturas previdenciárias
- Impacto na superpopulação
- Pressão sobre recursos naturais
- Mudanças nas estruturas familiares

O avanço da genômica na extensão da vida saudável levanta questões éticas e sociais profundas. Se pudermos prolongar significativamente a vida, quem terá acesso a essas tecnologias? Isso poderia exacerbar as desigualdades sociais, criando uma elite de "super-longevos" enquanto a maioria continua a envelhecer de forma tradicional?

Além disso, há o impacto na sociedade como um todo. Como as estruturas sociais, econômicas e previdenciárias se adaptariam a uma população significativamente mais velha? Quais seriam as implicações para a superpopulação, os recursos naturais e o meio ambiente? Essas não são apenas questões científicas, mas dilemas filosóficos e sociais que exigem um debate amplo e inclusivo.

A genômica nos oferece ferramentas poderosas, mas a sabedoria para usá-las de forma responsável é igualmente importante. O objetivo não é apenas viver mais, mas viver melhor, com dignidade e propósito. A pesquisa em extensão da vida saudável deve ser guiada por princípios éticos rigorosos, garantindo que os benefícios sejam acessíveis e que as implicações sociais sejam cuidadosamente consideradas. É uma jornada que exige não apenas ciência de ponta, mas também uma profunda reflexão sobre o que significa ser humano e viver em sociedade.

Recapitulação do Curso e Perspectivas de Carreira

Chegamos ao final de nossa jornada pelo Curso de Genômica Avançada e Edição Gênica. Ao longo das aulas, você explorou desde os fundamentos do DNA e RNA até as complexidades do sequenciamento de nova geração (NGS), a precisão revolucionária do CRISPR-Cas9 e suas variantes (como editores de base e *prime editing*), e a aplicação transformadora da medicina de precisão. Vimos como a genômica está no cerne da compreensão de doenças, do desenvolvimento de terapias inovadoras e da personalização de tratamentos.

Nesta aula final de conteúdo, mergulhamos nas fronteiras mais recentes: a simbiose entre a genômica e a inteligência artificial para desvendar as funções gênicas, o poder e os dilemas dos *gene drives* na alteração de ecossistemas, e o potencial da genômica para redefinir o envelhecimento e estender a vida saudável. Você agora possui uma visão abrangente e aprofundada de um campo que está em constante e rápida evolução, um campo que promete revolucionar a saúde humana e a biotecnologia.

O conhecimento que você adquiriu não é apenas teórico; ele é a base para uma carreira impactante e cheia de oportunidades. A genômica e a edição gênica não são apenas áreas de pesquisa; são motores de inovação que estão criando novas indústrias e transformando as existentes. Sua compreensão dessas tecnologias avançadas o posiciona na vanguarda de um futuro emocionante e desafiador.

Onde a Genômica te Leva: Caminhos de Carreira

O campo da genômica e da edição gênica está em plena expansão, gerando uma demanda crescente por profissionais qualificados. As oportunidades de carreira são diversas e abrangem múltiplos setores:



Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)

Em universidades, institutos de pesquisa e empresas de biotecnologia/farmacêuticas. Descoberta de novos genes, desenvolvimento de ferramentas de edição gênica e investigação de mecanismos de doenças.



Bioinformática e Análise de Dados

Análise, interpretação e gerenciamento de dados de NGS. Desenvolvimento de algoritmos de IA para predição de função gênica e identificação de variantes.



Medicina de Precisão

Em hospitais e laboratórios clínicos, trabalhando com diagnóstico genético, aconselhamento genético e personalização de tratamentos.



Indústria Farmacêutica

Desenvolvimento de terapias gênicas, medicamentos baseados em RNA, e produção de ferramentas e reagentes para pesquisa genômica.



Regulatório e Bioética

Em agências governamentais ou comitês de ética, formulando políticas e diretrizes para o uso responsável de tecnologias como edição gênica e gene drives.



Educação e Divulgação

Compartilhando conhecimento e educando o público sobre os avanços e implicações da genômica.

Seja qual for o caminho escolhido, a capacidade de se manter atualizado com as tendências (como os avanços em CRISPR, NGS e IA), o pensamento crítico e a paixão por desvendar os mistérios da vida serão seus maiores ativos. O futuro da genômica é colaborativo e multidisciplinar, exigindo profissionais com uma visão ampla e a habilidade de trabalhar em equipes diversas.

O Futuro é Agora: Tendências e Habilidades Essenciais

As tendências que discutimos nesta aula – a integração da IA, o potencial dos gene drives e a busca pela extensão da vida saudável – não são apenas conceitos distantes; elas estão moldando o presente e o futuro próximo. Para prosperar neste campo dinâmico, algumas habilidades serão cruciais:

01

Pensamento Analítico e Resolução de Problemas

A capacidade de interpretar dados complexos e desenvolver soluções inovadoras.

02

Conhecimento em Bioinformática

Mesmo que não seja sua área principal, entender como os dados genômicos são processados e analisados é fundamental.

03

Compreensão Ética e Social

A capacidade de ponderar as implicações éticas e sociais das novas tecnologias e participar de debates informados.

04

Colaboração e Comunicação

A genômica é um campo multidisciplinar; a colaboração eficaz com cientistas de diferentes áreas e a comunicação clara de resultados são essenciais.

05

Aprendizado Contínuo

A área avança rapidamente, exigindo dedicação para se manter atualizado com as últimas descobertas e tecnologias.

Este curso forneceu a você uma base sólida e uma visão aprofundada. Agora, a jornada continua com sua curiosidade e dedicação. O futuro da genômica é brilhante, e você está preparado para ser parte ativa dele.

Consolidação do Conhecimento

Chegamos ao final de uma jornada intensa e fascinante. Nesta aula, exploramos as fronteiras mais emocionantes da genômica e da edição gênica, desde a fusão com a inteligência artificial para desvendar funções gênicas, passando pelos desafios éticos e ecológicos dos *gene drives*, até o potencial transformador da genômica na extensão de uma vida saudável. Revisitamos os pilares do nosso curso e projetamos as inúmeras oportunidades de carreira que aguardam os profissionais desta área em constante evolução.

Em prática: A genômica, impulsionada pela IA, está revolucionando a medicina de precisão, permitindo diagnósticos mais rápidos e tratamentos personalizados. Os *gene drives* oferecem soluções poderosas para problemas ecológicos, mas exigem uma governança cuidadosa devido às suas implicações. A busca pela extensão da vida saudável, guiada pela genômica, promete transformar o envelhecimento, mas levanta questões éticas e sociais complexas. Sua capacidade de integrar esses conhecimentos será crucial para navegar e contribuir neste campo.

Autoavaliação

- Qual das seguintes tecnologias é mais utilizada para a predição da estrutura 3D de proteínas a partir de sua sequência de aminoácidos, um avanço significativo na genômica impulsionado pela IA?
 - Sequenciamento de Nova Geração (NGS)
 - CRISPR-Cas9
 - AlphaFold
 - Eletroforese em gel
- Os *gene drives* são mecanismos que promovem a herança preferencial de uma característica genética em uma população. Qual é uma das principais preocupações éticas e ecológicas associadas à sua liberação na natureza?
 - Aumento da biodiversidade.
 - Irreversibilidade e imprevisibilidade de seus efeitos.
 - Redução dos custos de pesquisa.
 - Aceleração da evolução natural.
- A genômica contribui para a extensão da vida saudável ao:
 - Apenas prolongar a vida, sem considerar a qualidade.
 - Identificar genes e vias moleculares envolvidas no envelhecimento e doenças relacionadas à idade.
 - Substituir completamente a necessidade de exercícios físicos e dieta saudável.
 - Focar exclusivamente em terapias para doenças infecciosas.
- Qual das seguintes áreas de carreira NÃO é diretamente impactada pelos avanços em genômica e edição gênica?
 - Bioinformática
 - Medicina de Precisão
 - Engenharia Civil
 - Indústria Farmacêutica
- Explique brevemente como a integração da Inteligência Artificial pode acelerar a descoberta de novos alvos terapêuticos na genômica.

Gabarito

1 c) AlphaFold

2 b) Irreversibilidade e imprevisibilidade de seus efeitos.

3 b) Identificar genes e vias moleculares envolvidas no envelhecimento e doenças relacionadas à idade.

4 c) Engenharia Civil

5 Resposta Dissertativa

A IA pode acelerar a descoberta de novos alvos terapêuticos ao analisar grandes volumes de dados genômicos e proteômicos, prevendo funções de genes e estruturas de proteínas com alta precisão. Isso permite identificar rapidamente vias biológicas envolvidas em doenças e sugerir moléculas que poderiam modular essas vias, reduzindo o tempo e o custo da pesquisa tradicional.

Próximos Passos e Recursos

Próxima Aula

Aula 38 – Avaliação Final e Encerramento do Curso.

Prepare-se para testar seus conhecimentos e consolidar todo o aprendizado!

Nota Importante

NOTA IMPORTANTE: As informações regulatórias/legais/técnicas desta aula estão atualizadas até 2025. Consulte sempre fontes oficiais para verificar alterações.

Recursos Adicionais

Artigos Científicos Recentes


Para aprofundar-se nas últimas descobertas e tendências em genômica e edição gênica.

Relatórios de Organizações Internacionais

OMS, UNESCO - Para entender as discussões éticas e regulatórias sobre gene drives e edição gênica.

Cursos Online de Bioinformática

Para desenvolver habilidades práticas na análise de dados genômicos e uso de ferramentas computacionais.

 **Parabéns!** Você completou uma jornada extraordinária pelo mundo da genômica avançada. O futuro está em suas mãos para moldar e transformar através do conhecimento adquirido.