

CAPÍTULO 5

TÉCNICAS DA ÁREA DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, COM INTELIGENCIA ARTIFICIAL, EM ESPECIAL CHATGPT UTILIZADAS COMO FERRAMENTA DE APOIO NO ENSINO UNIVERSITÁRIO NA DISCIPLINA DE ROBÓTICA

Data de aceite: 03/07/2023

Márcio Mendonça

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
PPGEM-CP - Programa de Pós-Graduação
em Engenharia Mecânica PP/CP
<http://lattes.cnpq.br/5415046018018708>

Matheus Gil Bovolenta

Acadêmico - Universidade Tecnológica
Federal do Paraná
Departamento Acadêmico de Engenharia
Elétrica (DAELE). Cornélio Procópio
<http://lattes.cnpq.br/1518815195539638>

Francisco de Assis Scannavino Junior

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
Departamento Acadêmico de Engenharia
Elétrica (DAELE). Cornélio Procópio
<http://lattes.cnpq.br/4513330681918118>

Lucas Botoni de Souza

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná. PPGEM-CP - Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Mecânica CP
Cornélio Procópio
<http://lattes.cnpq.br/5938489268359300>

Gustavo Henrique Bazan

Instituto Federal do Paraná, Campus
Jacarezinho
Jacarezinho
<http://lattes.cnpq.br/7076940949764767>

Marcos Antônio de Matos Laia

Departamento de Ciência da Computação
– UFSJ
Minas Gerais - MG
<http://lattes.cnpq.br/7114274011978868>

Renato Augusto Pereira Lima

Inspetor Chefe CREA Regional Londrina
Cornélio Procópio
<http://lattes.cnpq.br/3518337122740114>

Bruno Oliveira Rosa

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
Acadêmico - Departamento Acadêmico de
Engenharia Elétrica (DAELE)
Cornélio Procópio
<http://lattes.cnpq.br/5010826876808074>

Luiz Francisco Sanches Buzachero

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
Departamento Acadêmico de Engenharia
Elétrica (DAELE)
Cornélio Procópio
<http://lattes.cnpq.br/1747856636744006>

Rodrigo Rodrigues Sumar

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná. Departamento Acadêmico de
Engenharia Elétrica (DAELE)
Cornélio Procópio
<http://lattes.cnpq.br/1461760661483683>

Vera Adriana Huang Azevedo Hypólito

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Etec Jacinto Ferreira de Sá –
Ourinhos - SP
<http://lattes.cnpq.br/6169590836932698>

João Maurício Hypólito

Centro Paula Souza Faculdade de Tecnologia (FATEC)
Departamento Computação-
Ourinhos - SP
<http://lattes.cnpq.br/5499911577564060>

Fabio Nogueira de Queiroz

Centro Paula Souza Faculdade de Tecnologia (FATEC)
Departamento Computação - Tatuí - SP
<http://lattes.cnpq.br/4466493001956276>

Henrique Cavalieri Agonilha

Universidade Filadélfia (Unifil)
Acadêmico Engenharia da Computação
Londrina - PR
<http://lattes.cnpq.br/9845468923141329>

Emanuel Ignacio Garcia

Acadêmico - Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento Acadêmico de Engenharia Elétrica (DAELE)
Cornélio Procópio
<http://lattes.cnpq.br/8501809850590859>

RESUMO: As técnicas da área de inteligência artificial, como aprendizado de máquinas, algoritmos evolutivos e lógica fuzzy, são amplamente utilizadas como ferramentas de apoio no ensino universitário. O aprendizado de máquinas é uma técnica que permite que um sistema aprenda a partir de dados e melhore seu desempenho ao longo do tempo. Os algoritmos evolutivos são usados para encontrar soluções ótimas para problemas complexos, usando princípios inspirados na evolução biológica. A lógica fuzzy é uma técnica que permite lidar com situações em que as informações são vagas ou incertas. Essas técnicas são usadas em diversas áreas do ensino universitário, como engenharia, ciência da computação, matemática e estatística, para auxiliar no ensino de conceitos complexos e no desenvolvimento de soluções inovadoras para problemas do mundo real. Esse trabalho se encerra com uma conclusão e sugere futuros trabalhos.

PALAVRAS-CHAVE: Sistemas Computacionais Inteligentes, Soluções Problemas, Ensino Universitário, Robótica.

TECHNIQUES FROM THE ARTIFICIAL INTELLIGENCE FIELD, SUCH AS MACHINE LEARNING, EVOLUTIONARY ALGORITHMS, AND FUZZY LOGIC, USED AS SUPPORT TOOLS IN UNIVERSITY TEACHING.

ABSTRACT: Techniques in the field of Artificial Intelligence, such as Machine Learning, Evolutionary Algorithms, and Fuzzy Logic, are widely used as support tools in university education. Machine Learning is a technique that allows a system to learn from data and improve its performance over time. Evolutionary Algorithms are used to find optimal solutions for complex problems using principles inspired by biological evolution. Fuzzy Logic is a technique that allows dealing with situations where information is vague or uncertain. These techniques are used in various areas of university education, such as engineering, computer science, mathematics, and statistics, to assist in teaching complex concepts and developing innovative solutions for real-world problems. This study concludes with a summary and suggestions for further research.

KEYWORDS: Intelligent computing systems, problem-solving solutions, university education, Robotics.

1 | INTRODUÇÃO

A área de inteligência artificial tem sido objeto de grande interesse nos últimos anos, tanto em termos de pesquisa quanto de aplicação prática (RUSSELL; NORVIG, 2016). As técnicas da área, como o aprendizado de máquinas, os algoritmos evolutivos e a lógica fuzzy, têm sido cada vez mais utilizadas como ferramentas de apoio em diferentes áreas do conhecimento, incluindo o ensino universitário (MITROVIC; WEERASINGHE, 2009).

No contexto do ensino universitário, as técnicas de inteligência artificial têm sido utilizadas em diversas áreas, desde a educação à distância até o desenvolvimento de sistemas de tutoria inteligente (MITROVIC; WEERASINGHE, 2009). Segundo Mitrovic e Weerasinghe (2009, p. 1), “a inteligência artificial pode ser uma ferramenta útil para apoiar o ensino universitário, ajudando a tornar o processo de aprendizagem mais eficiente e eficaz”.

Entre as técnicas de inteligência artificial utilizadas como ferramentas de apoio no ensino universitário, destacam-se o aprendizado de máquinas, os algoritmos evolutivos e a lógica fuzzy (MITROVIC; WEERASINGHE, 2009). O aprendizado de máquinas, por exemplo, é utilizado para criar sistemas que possam aprender com dados e tomar decisões com base nessas informações. Já os algoritmos evolutivos são utilizados para encontrar soluções ótimas para problemas complexos, enquanto a lógica fuzzy é utilizada para lidar com incertezas e imprecisões nos dados.

Diante do exposto, é possível afirmar que as técnicas da área de inteligência artificial têm um grande potencial como ferramentas de apoio no ensino universitário, contribuindo para tornar o processo de aprendizagem mais eficiente e eficaz (MITROVIC; WEERASINGHE, 2009).

Com a evolução da tecnologia e a crescente utilização de ferramentas digitais, o uso de chatbots como ferramenta de apoio no ensino universitário tem se tornado cada

vez mais comum (OPENAI, 2023). O *ChatGPT*, por exemplo, pode ser utilizado como uma possível ferramenta para aprendizado universitário.

ChatGPT (sigla em inglês para Generative Pre-trained Transformer, ou em português, Transformador Pré-treinado de Gerador de Conversas) é um assistente virtual inteligente no formato chatbot online, dotado de inteligência artificial, desenvolvido pela OpenAI. Especializado em diálogos, foi lançado em novembro de 2022. O chatbot é baseado em um modelo de linguagem ajustado por meio de técnicas de aprendizado supervisionado e por reforço, tendo como modelo básico o GPT-3.5 da OpenAI, uma versão aprimorada do GPT-3. Em 15 de março de 2023, o GPT-4 foi lançado exclusivamente para os usuários do *ChatGPT Plus*.

O *ChatGPT*, enquanto protótipo de inteligência artificial, chamou a atenção por suas respostas detalhadas e articuladas. Contudo, a precisão de suas informações foi alvo de críticas. Conforme o New York Times, o entusiasmo em torno da aplicação da tecnologia da OpenAI lembrou outros momentos que “transformaram o Vale do Silício, desde a chegada do primeiro iPhone e do mecanismo de busca Google até a introdução do navegador Netscape, que pavimentou o caminho para a comercialização da internet” (NEW YORK TIMES, 2023). Bill Gates, da Microsoft, acredita que o *ChatGPT* tem potencial para mudar o mundo: “Até agora, a inteligência artificial podia ler e escrever, mas não conseguia entender o conteúdo. Os novos programas, como o *ChatGPT*, vão tornar muitos trabalhos de escritório mais eficientes. Isso vai mudar o nosso mundo”

Uma das principais vantagens do uso de chatbots como o *ChatGPT* é a sua disponibilidade 24 horas por dia, 7 dias por semana. Isso significa que os estudantes podem ter acesso a uma fonte de informações e esclarecimentos de dúvidas a qualquer hora, sem precisar esperar por horários específicos ou pela disponibilidade de um professor ou tutor.

Além disso, o *ChatGPT* é capaz de fornecer respostas rápidas e precisas para uma ampla gama de perguntas e assuntos relacionados a diferentes áreas do conhecimento. Ele pode ajudar os estudantes a compreender conceitos e teorias complexas, fornecer exemplos práticos e até mesmo fornecer orientações para a resolução de problemas.

Outra vantagem do uso do *ChatGPT* como ferramenta de apoio no ensino universitário é a sua capacidade de adaptar-se às necessidades individuais de cada estudante. Ele pode fornecer feedbacks personalizados com base nas respostas do aluno e ajustar a abordagem de ensino para atender às necessidades específicas de cada estudante.

Em resumo, o *ChatGPT* pode ser uma ferramenta eficaz de apoio no ensino universitário, permitindo que os estudantes tenham acesso a informações e esclarecimentos de dúvidas a qualquer hora, além de fornecer feedbacks personalizados e adaptar-se às necessidades individuais de cada aluno. No entanto, é importante utilizar o *chatbot* de forma complementar e não substituta à interação presencial com professores e colegas de turma.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: na seção 2, fundamentos de tópicos circunscritos a pesquisa, como por exemplo a cinemática. Já a seção 3 apresenta alguns detalhes da construção do protótipo incluindo alguns detalhes de visão robótica e sobre o cenário empregados para os experimentos. A seção 4 apresenta uma discussão dos resultados obtidos. E, finalmente, a seção 5, conclui e endereça futuros trabalhos.

2 | FUNDAMENTOS

Essa seção objetiva apresentar a importância das ferramentas computacionais inteligentes na robótica.

Entretanto, é importante ressaltar a importância dos experimentos simulados, porque o *ChatGPT* quando não desenvolve um código completo, se aproxima muito auxiliando a docência.

Os experimentos simulados no ensino são uma ferramenta pedagógica que tem ganhado cada vez mais relevância no campo da educação. Eles permitem aos alunos vivenciar e aprender conceitos científicos de forma interativa e segura, o que potencializa o engajamento e a compreensão dos conteúdos abordados (RUTHERFORD, 2014). Ao longo deste texto, serão discutidas as principais vantagens dos experimentos simulados no ensino e algumas referências relevantes no formato ABNT.

Segundo Finkelstein et al. (2005), o uso de simulações no ensino pode promover o desenvolvimento do pensamento crítico e aprimorar habilidades de resolução de problemas, à medida que os alunos exploram diferentes cenários e hipóteses. Além disso, experimentos simulados podem contribuir para a inclusão de estudantes com necessidades especiais, já que permitem adaptações e customizações conforme as demandas específicas de cada aluno (WINDSOR & WINDSOR, 2011).

Os experimentos simulados também apresentam vantagens práticas, como a redução de custos com materiais e a diminuição dos riscos associados a experimentos reais, como o manuseio de substâncias tóxicas ou a exposição a situações perigosas (SUN et al., 2008). Isso torna a aprendizagem mais acessível e segura, sem comprometer a qualidade do ensino (RODRIGUEZ & NERCESSIAN, 2012).

Por fim, é importante destacar que o uso de simulações no ensino deve ser integrado a outros métodos pedagógicos, de modo a proporcionar uma aprendizagem significativa e complementar aos estudantes (HÄMÄLÄINEN et al., 2011).

2.1 Sistemas computacionais inteligentes

A robótica tem se tornado cada vez mais presente em nossas vidas, graças ao avanço da tecnologia. A utilização de sistemas computacionais inteligentes aplicados em robótica tem possibilitado a criação de robôs capazes de realizar tarefas complexas, como navegação autônoma, reconhecimento de voz e de objetos, e interação com humanos.

Nesse sentido, é importante destacar alguns exemplos que demonstram a aplicação desses sistemas na robótica.

Um exemplo de sistema computacional inteligente aplicado em robótica é o sistema de visão computacional. Segundo Alves (2018), este sistema permite que um robô seja capaz de identificar objetos e pessoas no ambiente em que está inserido, por meio do processamento de imagens capturadas por câmeras. Esse tipo de sistema pode ser utilizado em diversos contextos, como na indústria e na área da saúde, por exemplo. Um exemplo é o uso de robôs cirúrgicos, que utilizam sistemas de visão computacional para auxiliar cirurgões durante procedimentos minimamente invasivos.

Outro exemplo de sistema computacional inteligente aplicado em robótica é o sistema de aprendizado de máquina. De acordo com Ribeiro (2018), esse sistema permite que um robô possa aprender com base em exemplos fornecidos pelos usuários ou por outros sistemas, sem a necessidade de ser programado explicitamente para realizar uma tarefa específica. Isso possibilita que o robô possa se adaptar a diferentes situações e ambientes, tornando-o mais flexível e eficiente. Um exemplo é o uso de robôs em linhas de produção, que utilizam sistemas de aprendizado de máquina para se adaptar a diferentes tipos de produtos e processos [4].

Em resumo, a utilização de sistemas computacionais inteligentes aplicados em robótica tem possibilitado a criação de robôs cada vez mais autônomos e capazes de interagir de forma mais natural com os usuários. Esses sistemas permitem que os robôs possam realizar tarefas complexas, como navegação autônoma e reconhecimento de voz e de objetos, de forma eficiente e flexível. Com isso, a robótica tem se tornado cada vez mais presente em nossas vidas, podendo ser utilizada em diferentes áreas, como na indústria, na saúde e na educação.

3 | DESENVOLVIMENTO

Ao usar a IA *ChatGPT*, como o modelo desenvolvido pela OpenAI (MARCUS, 2020), para desenvolvimento de códigos, textos e listas de questões no contexto da robótica, você pode aproveitar o poder do processamento de linguagem natural (NLP) e a capacidade da IA de gerar informações relevantes e úteis (BROWN et al., 2020). Aqui estão algumas dicas sobre como abordar cada aspecto:

Desenvolvimento de códigos:

ChatGPT pode auxiliar na geração de exemplos de código ou fornecer soluções para problemas específicos de codificação (NGUYEN, 2019). Você pode pedir sugestões de código ou soluções para problemas relacionados à robótica. No entanto, lembre-se de que *ChatGPT* é um modelo de linguagem e pode não ser perfeito ao gerar códigos complexos (VASWANI et al., 2017). Ao receber sugestões de código da IA, certifique-se de revisar e adaptar as soluções conforme necessário.

Desenvolvimento de textos:

Ao escrever textos sobre robótica, você pode usar *ChatGPT* para gerar trechos informativos, ideias e exemplos (RAFFEL et al., 2020). A IA pode ajudá-lo a criar parágrafos explicativos, introduções, conclusões e até mesmo revisar e aprimorar seu texto atual. Ao usar a IA para escrever, lembre-se de verificar a precisão das informações e adaptar o conteúdo às suas necessidades específicas.

Lista de questões:

ChatGPT pode ajudá-lo a criar listas de questões sobre temas específicos relacionados à robótica (SICILIANO & KHALED, 2016). Por exemplo, você pode pedir à IA para gerar perguntas sobre programação de robôs, sensores, atuadores ou aplicações práticas. Essas listas de questões podem ser úteis para testar seus conhecimentos, criar materiais de estudo ou conduzir discussões em grupo.

Ao utilizar o *ChatGPT* no contexto da robótica, é importante lembrar que a IA é uma ferramenta para auxiliar e complementar seu trabalho (RUSSELL & NORVIG, 2016). Sempre revise e verifique as informações geradas pela IA e adapte-as conforme necessário. A combinação de sua expertise e a capacidade de geração de conteúdo do *ChatGPT* pode resultar em materiais de alta qualidade e informativos na área de robótica.

4 | RESULTADOS

A simulação em robótica é uma técnica amplamente utilizada para testar algoritmos, estratégias de controle, programação de movimento, entre outras aplicações, antes de implantá-los em robôs reais. Essa técnica pode ser realizada em diferentes tipos de ambientes, como simulações em computador, testes em bancadas de laboratório ou em ambientes externos Siegart, R., Nourbakhsh, I. R., & Scaramuzza, D. (2021).

Existem diversos softwares de simulação de robôs disponíveis no mercado, como o Gazebo, V-REP, ROS, entre outros. Esses softwares permitem a criação de modelos virtuais de robôs e a simulação de suas interações com o ambiente em que estão inseridos. Além disso, permitem a programação de movimentos e a execução de tarefas específicas.

Uma das vantagens da simulação em robótica é a possibilidade de testar diferentes cenários e condições em um ambiente controlado e seguro. Além disso, a simulação pode ser utilizada para treinar algoritmos de aprendizado de máquina e redes neurais, permitindo que o robô aprenda a realizar tarefas complexas de forma autônoma.

O texto entre aspas mostra uma atualização do código do MatLab que utiliza o *solve*, solução numérica para solução do clássico do problema da cinemática inversa de um robô de duas dimensões, como por exemplo o robô da figura 1. Nesse código a solução está no plano de atuação do ombro e cotovelo do robô, a base por exemplo pode estar no plano paralelo ao da projeção da imagem. Em outras palavras a variável de rotação da base é relaxada.

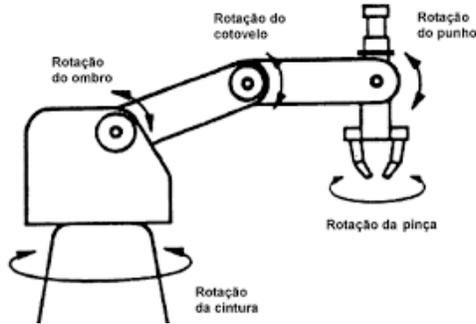


Figura 1–Estrutura de desenvolvimento.

Código atualizado para versões mais recentes do MatLab.

```

"syms a1 a2
eq1 = 0.5*cos(a1) + 0.6*cos(a1+a2) == 0.88;
eq2 = 0.5*sin(a1) + 0.6*sin(a1+a2) == 0.65;
[a1Sol, a2Sol] = solve([eq1, eq2], [a1, a2]);

a1SolRad = double(a1Sol);
a2SolRad = double(a2Sol);
fprintf('Solução 1: a1 = %0.4f rad, a2 = %0.4f rad\n',
a1SolRad(1), a2SolRad(1));
fprintf('Solução 2: a1 = %0.4f rad, a2 = %0.4f rad\n',
a1SolRad(2), a2SolRad(2));"

```

4.1 Aplicação do *chatbot* gerando questões teóricas de robótica

O que é robótica autônoma e qual é o seu objetivo?

Quais são os principais desafios enfrentados na implementação de robôs autônomos?

Quais são os tipos de sensores utilizados em robótica autônoma?

Como os algoritmos de localização e mapeamento simultâneos (SLAM) são utilizados em robótica autônoma?

Quais são as aplicações práticas de robótica autônoma em diferentes setores, como na indústria, na saúde e na agricultura?

Quais são os impactos socioeconômicos da adoção de robôs autônomos na indústria e no mercado de trabalho?

Quais são as principais diferenças entre robôs autônomos e robôs controlados remotamente?

Como os robôs autônomos podem ser programados para realizar tarefas específicas e como o aprendizado de máquina é utilizado nesse processo?

Quais são as principais questões éticas envolvidas no desenvolvimento e uso de robôs autônomos?

Quais são as perspectivas futuras para a robótica autônoma e como ela pode impactar a sociedade no futuro?

O Arduino é uma plataforma de código aberto para prototipagem eletrônica, criada em 2005, que permite a criação de diversos dispositivos eletrônicos, desde projetos simples até robôs controlados por dispositivos móveis. Sua facilidade de uso e vasta comunidade online facilitam o aprendizado e o desenvolvimento de projetos. Para montar um protótipo, são necessários componentes como baterias, ponte H e módulos de comunicação, como o Bluetooth HC-06. A Figura mostra a versão mais básica do mesmo, Arduino UNO.



Figura 2: Arduino Uno - microprocessador empregado protótipos

Aqui está um exemplo de código para o Arduino que aciona um servo motor quando um sensor é ativado em uma porta de entrada e desliga quando outro sensor é ativado em uma porta de entrada diferente:

```
#include <Servo.h>
// Definir os pinos dos sensores e do servo motor
const int sensorPin1 = 2;
const int sensorPin2 = 3;
const int servoPin = 9;
// Definir o ângulo inicial do servo motor
const int servoInitialPosition = 0;
const int servoActivatedPosition = 90;
// Criar uma instância do objeto Servo
Servo servo;
void setup() {
    // Inicializar as portas de entrada dos sensores
    pinMode(sensorPin1, INPUT);
    pinMode(sensorPin2, INPUT);
```

```

// Conectar o servo motor ao pino definido
servo.attach(servoPin);
// Definir a posição inicial do servo motor
servo.write(servoInitialPosition);
}
void loop() {
// Ler os valores dos sensores
int sensorValue1 = digitalRead(sensorPin1);
int sensorValue2 = digitalRead(sensorPin2);
// Acionar o servo motor se o primeiro sensor for ativado e
desativar se o segundo sensor for ativado
if (sensorValue1 == HIGH && sensorValue2 == LOW) {
servo.write(servoActivatedPosition);
} else if (sensorValue1 == LOW && sensorValue2 == HIGH) {
servo.write(servoInitialPosition);
}
// Aguardar um pouco antes de verificar os sensores novamente
delay (100);
}

```

Este código utiliza a biblioteca Servo para controlar um servo motor. Ele lê os valores dos sensores conectados aos pinos sensorPin1 e sensorPin2 e aciona o servo motor para a posição *servoActivatedPosition* se o primeiro sensor for ativado e para a posição *servoInitialPosition* se o segundo sensor for ativado. A função *delay* é usada para aguardar 100 milissegundos antes de verificar os sensores novamente, evitando a leitura contínua dos sensores e permitindo uma resposta mais suave.

Conceitos teóricos

“explique porque a física lagrangiana é mais aplicável em robótica do que a newtoniana”

A física lagrangiana é considerada mais aplicável em robótica do que a física newtoniana devido a várias vantagens e características inerentes à formulação lagrangiana (SICILIANO & KHALED, 2016). Aqui estão algumas razões pelas quais a abordagem lagrangiana é preferida na robótica:

1. **Generalidade:** A formulação lagrangiana é aplicável a sistemas com diferentes tipos de coordenadas generalizadas e não se restringe apenas às coordenadas cartesianas, como a abordagem newtoniana (GOLDBERG, 1980). Essa generalidade permite que a robótica lide com uma variedade maior de sistemas e configurações, incluindo sistemas com restrições complexas.
2. **Simplicidade matemática:** A abordagem lagrangiana simplifica a matemática envolvida na modelagem e análise de sistemas robóticos (MURRAY et al., 1994).

Ela usa o princípio do mínimo de ação, o que leva a equações de movimento mais compactas e de fácil manipulação. Essa simplicidade matemática é útil na análise de sistemas robóticos com múltiplos graus de liberdade.

3. Facilidade na modelagem de sistemas com múltiplos graus de liberdade: A formulação lagrangiana é particularmente adequada para lidar com sistemas que têm múltiplos graus de liberdade e são interconectados, como é o caso dos manipuladores robóticos (CRAIG, 2005). A abordagem lagrangiana permite a modelagem e análise de tais sistemas de forma eficiente e sistemática, sem se preocupar com forças internas ou restrições complexas.
4. Invariância às transformações de coordenadas: A formulação lagrangiana é invariante às transformações de coordenadas (LANDAU & LIFSHITZ, 1976). Isso significa que, mesmo que as coordenadas sejam alteradas, a forma das equações de movimento permanecerá a mesma. Essa propriedade é útil na robótica, onde frequentemente é necessário mudar de um sistema de coordenadas para outro, por exemplo, do espaço da junta para o espaço do efetuador.
5. Facilidade na inclusão de forças não conservativas: A abordagem lagrangiana também facilita a inclusão de forças não conservativas, como atrito e forças externas, na análise do sistema robótico (LEWIS et al., 2014). Isso é especialmente útil na modelagem de robôs reais, onde forças não conservativas desempenham um papel significativo no desempenho do sistema.

Em resumo, a física lagrangiana é mais aplicável em robótica do que a newtoniana devido à sua generalidade, simplicidade matemática, facilidade na modelagem de sistemas com múltiplos graus de liberdade, invariância às transformações de coordenadas e facilidade na inclusão de forças não conservativas (SICILIANO & KHALED, 2016). Essas características tornam a abordagem lagrangiana uma ferramenta valiosa na análise e controle de sistemas robóticos.

5 | CONCLUSÃO

O uso do *ChatGPT* no ensino de robótica na universidade tem se mostrado uma ferramenta valiosa e eficiente, especialmente no auxílio ao desenvolvimento de códigos em MATLAB e na consolidação dos fundamentos teóricos da área. O emprego dessa tecnologia no processo educacional possibilita uma abordagem personalizada e adaptativa ao aprendizado, favorecendo a compreensão de conceitos complexos e contribuindo para a solução de problemas específicos.

O *ChatGPT* permite aos estudantes explorar ideias e soluções de forma interativa e colaborativa, promovendo a troca de conhecimento e aprimorando habilidades técnicas essenciais na área de robótica. Ao oferecer suporte no desenvolvimento de algoritmos e código em MATLAB, essa tecnologia facilita a aplicação prática dos conceitos teóricos, aumentando a eficácia do aprendizado e preparando melhor os alunos para os desafios da indústria.

Deste modo, a utilização do *ChatGPT* também tem o potencial de otimizar o tempo e esforços dos educadores, permitindo que se concentrem em questões mais complexas e no aprofundamento do ensino. Portanto, a incorporação dessa ferramenta no ensino de robótica na universidade tem um impacto significativo no avanço da área, produzindo profissionais mais bem capacitados e preparados para enfrentar os desafios futuros da área de robótica e automação.

Futuros trabalhos endereçam a coexistência de técnicas de aprendizado de máquina para solução da cinemática inversa, por exemplo.

REFERÊNCIAS

BROWN, T. B. et al. Language Models are Few-Shot Learners. 2020.

CROUZET, B. How Machine Learning is Revolutionizing Manufacturing. Forbes, 2018. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2018/08/22/how-machine-learning-is-revolutionizing-manufacturing/?sh=3a2f1>.

FINKELSTEIN, N. D. et al. When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment. Physical Review Special Topics - Physics Education Research, v. 1, n. 1, p. 010103, 2005.

HÄMÄLÄINEN, R. et al. Promoting socially shared regulation of learning in CSCL: Progress of socially shared regulation among high- and low-performing groups. Computers in Human Behavior, v. 27, n. 2, p. 2017-2078, 2011.

MARCUS, G. OpenAI's GPT-3: The State of the Art in AI. 2020.

MITROVIC, A.; WEERASINGHE, A. Using artificial intelligence techniques in university education. In: Proceedings of the 11th International Conference on Intelligent Tutoring Systems. 2009. p. 1-10.

NGUYEN, D. Q. V. Robotics and Artificial Intelligence. 2019.

OPENAI. Introducing ChatGPT. Disponível em: <https://openai.com/blog/introducing-ChatGPT/>. Acesso em: 23 abr. 2023.

OROSCO, R. Robótica e suas aplicações na medicina. Portal Hospitalar, 2020. Disponível em: <https://www.portalhospitar.com.br/robotica-e-suas-aplicacoes-na-medicina/>

RAFFEL, C. et al. Exploring the Limits of Transfer Learning with a Unified Text-to-Text Transformer. 2020.

RIBEIRO, R. M. Aprendizado de máquina em robótica. In: Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, 2019. Anais do Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, [Instituição Organizadora], 2019.

RODRIGUEZ, H.; NERCESSIAN, N. J. Do simulations replace real laboratories in science education? In: Annual Conference of the American Educational Research Association, 2012, Vancouver. Anais... Vancouver: AERA, 2012.

RUSSELL, S. J.; NORVIG, P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 2016.

RUTHERFORD, J. Experimenting with simulations. The Science Teacher, v. 81, n. 3, p. 34-39, 2014.

SIEGWART, R.; NOURBAKHSH, I. R.; SCARAMUZZA, D. Introduction to Autonomous Robots: Mechanisms, Sensors, Actuators, and Algorithms. Cambridge, Massachusetts, Estados Unidos: MIT Press, 2021.

SUN, D. et al. A review on the integration of virtual reality technology into science education. Journal of Educational Technology Development and Exchange, v. 1, n. 1, p. 1-16, 2008.

WINDSOR, W. T.; WINDSOR, D. M. Virtual environments: Issues and opportunities for developing inclusive educational spaces. Disability and Rehabilitation: Assistive Technology, v. 6, n. 1, p. 63-69, 2011.

SICILIANO, B.; KHALED, O. Springer Handbook of Robotics. 2016.

VASWANI, A. et al. Attention Is All You Need. 2017.

CRAIG, J. J. Introduction to Robotics: Mechanics and Control. 2005. G