

Aplicando os Princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) no Ensino de Sistemas Multiagentes

Eduardo Ferreira¹, Livia de Lauro Antunes

¹Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ)
Campus Maria da Graça – Rio de Janeiro, RJ – Brasil

{eduardo.ferreira, livia.antunes}@cefet-rj.br

Abstract. This article presents a case study on the application of Universal Design for Learning (UDL) principles in the Multiagent Systems (MAS) course, part of the Information Systems undergraduate program at a public higher education institution in Brazil. The initiative is part of a teaching project aimed at developing more accessible and inclusive pedagogical strategies, aligned with the diverse profiles of students. Using the Design Science Research (DSR) methodology, a lesson plan and teaching materials were created based on the three core principles of UDL: multiple means of representation, action/expression, and engagement. Although the materials have not yet been tested in a formal classroom setting, they were reviewed by a team of faculty and students and show potential to enhance accessibility and student engagement in conceptually demanding subjects such as MAS. This paper presents the theoretical foundations, the development process of the didactic resources, and reflections on how UDL can support the teaching of complex content such as MAS.

Resumo. Este artigo apresenta um relato de experiência sobre a aplicação dos princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) na disciplina de Sistemas Multiagentes (SMA), oferecida no curso de Bacharelado em Sistemas de Informação de uma instituição pública de ensino superior. A iniciativa faz parte de um projeto de ensino dedicado à construção de estratégias pedagógicas mais acessíveis, inclusivas e alinhadas à diversidade dos estudantes. Com base na metodologia Design Science Research (DSR), foram desenvolvidos um plano de aula e materiais didáticos estruturados a partir dos três princípios do DUA: múltiplas formas de representação, de ação/expressão e de engajamento. Embora ainda não tenham sido testados com uma turma formal, os materiais foram analisados por uma equipe docente e discente, e indicam potencial para ampliar a acessibilidade e o engajamento em disciplinas com alta carga conceitual, como é o caso de SMA. O artigo compartilha os fundamentos teóricos adotados, o processo de elaboração dos recursos didáticos e reflexões sobre como o DUA pode ser incorporado ao ensino de conteúdos complexos como de SMA.

1. Introdução

O avanço da tecnologia e o crescimento de sistemas distribuídos inteligentes têm intensificado a demanda por profissionais capacitados na modelagem, desenvolvimento e análise de sistemas multiagentes (SMA). No ensino superior, a disciplina de Sistemas Multiagentes tem ganhado destaque nos cursos de Bacharelado em Sistemas de Informação

(BSI), especialmente por sua relevância em contextos que envolvem inteligência artificial, simulações complexas, arquitetura de agentes e tomada de decisão distribuída.

Apesar de sua importância estratégica, o ensino de SMA impõe desafios significativos, principalmente por seu alto nível de abstração e a utilização de linguagens formais e modelos conceituais que exigem dos estudantes habilidades cognitivas avançadas. Esse cenário é ainda mais crítico quando se considera a diversidade de perfis, experiências prévias e estilos de aprendizagem presentes nas turmas de graduação. Muitos estudantes enfrentam barreiras não apenas conceituais, mas também pedagógicas, o que pode comprometer sua motivação, engajamento e desempenho ao longo do curso [Hitchcock et al. 2002, CAST – Center for Applied Special Technology 2022].

Neste contexto, o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) emerge como uma abordagem pedagógica promissora para tornar o ensino mais acessível, inclusivo e responsável às necessidades de todos os estudantes. Fundamentado em evidências neurocientíficas e educacionais, o DUA propõe três princípios essenciais: múltiplos meios de representação, múltiplos meios de ação e expressão, e múltiplos meios de engajamento [CAST – Center for Applied Special Technology 2022, Mendoza and Gonçalves 2023].

A abordagem do DUA se apoia em concepções contemporâneas de educação inclusiva, como a perspectiva histórico-cultural do desenvolvimento humano, que comprehende o processo de aprendizagem como resultado da interação entre fatores biológicos, sociais e culturais [Vigotski 2011, Dainez and Smolka 2014, Pino 2000]. Tal perspectiva reforça a importância de ambientes educacionais responsivos à diversidade e capazes de proporcionar igualdade de oportunidades a todos os estudantes [Pletsch 2017].

Este artigo apresenta um relato de experiência sobre a adaptação de um plano de aula e de materiais didáticos da disciplina de Sistemas Multiagentes com base nos princípios do DUA. O projeto foi desenvolvido no âmbito de uma Instituição Pública de Ensino Superior, como parte de uma iniciativa mais ampla que busca aplicar o DUA ao ensino de disciplinas da área de Engenharia de Software. Um trabalho complementar encontra-se em andamento na disciplina de Linguagem de Programação, com resultados preliminares que indicam maior engajamento, flexibilidade na expressão do conhecimento e maior acessibilidade aos materiais.

Utilizou-se como referencial metodológico a abordagem *Design Science Research* (DSR), que permite a construção de artefatos educacionais orientados à solução de problemas reais, articulando teoria e prática [Hevner 2007, Dresch et al. 2015].

Diferentemente da aplicação anterior na disciplina introdutória, este trabalho concentra-se em uma disciplina avançada, com conceitos mais abstratos e desafios de representação didática mais complexos. Embora os materiais adaptados ainda não tenham sido implementados com turmas regulares, a proposta foi desenvolvida e analisada por uma equipe multidisciplinar composta por docentes e discentes, buscando antecipar os impactos pedagógicos da aplicação do DUA neste novo contexto.

O presente artigo está estruturado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta a fundamentação teórica sobre educação inclusiva, DUA e a metodologia DSR; a Seção 3 descreve os procedimentos metodológicos adotados; a Seção 4 detalha o desenvolvimento do plano de aula e dos materiais; a Seção 5 discute os resultados da experiência; a Seção 6 apresenta as conclusões; e, por fim, a Seção 7 aponta os trabalhos futuros relacionados

à continuidade do projeto.

2. Fundamentação Teórica

A fundamentação teórica deste estudo está organizada em três eixos: os princípios da educação inclusiva, os fundamentos do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) e as especificidades do ensino de Sistemas Multiagentes.

2.1. Educação Inclusiva

A educação inclusiva parte da premissa de que todos os estudantes têm direito à aprendizagem, participação e desenvolvimento, independentemente de suas características individuais.

A perspectiva histórico-cultural, como discutida por Vigotski [Vigotski 2011], comprehende a deficiência não como ausência, mas como diferença, e destaca a importância do meio sociocultural no processo de desenvolvimento humano.

Autores como Dinez e Smolka [Dinez and Smolka 2014] reforçam que o papel do professor é central na criação de contextos que favoreçam o desenvolvimento de todos os estudantes, a partir de suas potencialidades. Assim, a inclusão escolar deve ser pensada como uma prática ética e política, que reconhece a diversidade como valor e não como obstáculo.

2.2. Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA)

O DUA é uma abordagem pedagógica desenvolvida pelo *Center for Applied Special Technology* (CAST), que busca eliminar barreiras no processo de ensino e aprendizagem por meio de três princípios fundamentais: múltiplas formas de representação, múltiplas formas de ação e expressão, e múltiplas formas de engajamento [CAST – Center for Applied Special Technology 2022].

Esses princípios são baseados em evidências neurocientíficas e reconhecem que os estudantes aprendem de maneiras diferentes.

A aplicação do DUA propõe flexibilizar tanto a apresentação dos conteúdos quanto as formas de participação e avaliação, criando um ambiente de aprendizagem mais equitativo [Hitchcock et al. 2002, Mendoza and Gonçalves 2023].

Essa abordagem tem sido amplamente utilizada na educação básica e vem sendo adaptada progressivamente para o ensino superior, especialmente em contextos de formação técnica e tecnológica.

Na prática, cada um dos três princípios do DUA se desdobra em diretrizes específicas, que orientam o planejamento pedagógico para contemplar diferentes formas de percepção, interação e motivação dos estudantes.

Essas diretrizes são acompanhadas de pontos de verificação que ajudam professores a implementar estratégias concretas em sala de aula. A Figura 1 apresenta uma síntese visual dessas diretrizes, agrupadas por princípio, e serve como referência para o planejamento didático proposto neste trabalho.



Figura 1. Diretrizes e pontos de verificação do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), organizados nos três princípios fundamentais: múltiplos meios de engajamento, múltiplos meios de representação e múltiplos meios de ação e expressão. Tradução livre do material oficial do CAST (2024).

Além da apresentação geral das três colunas e nove campos do DUA, cada característica foi mapeada no contexto da disciplina de SMA. Por exemplo, no princípio "Múltiplos Meios de Representação", utilizou-se a característica 1.2 (fornecer alternativas para a informação auditiva) ao incluir legendas nos vídeos explicativos, e a 2.5 (ilustrar por meio de exemplos) ao apresentar simulações comentadas. No princípio "Múltiplos Meios de Ação e Expressão", foi aplicada a característica 5.1 (usar múltiplos meios de comunicação) ao permitir que os estudantes entregassem atividades em formatos diversos, como fluxogramas, pseudocódigo ou apresentações orais. Já no princípio "Múltiplos Meios de Engajamento", a característica 7.2 (otimizar a relevância, valor e autenticidade) foi contemplada por meio de estudos de caso reais de aplicações de SMA.

A partir dessa estrutura, o professor pode planejar seus materiais e atividades considerando as barreiras que os estudantes enfrentam e, principalmente, as possibilidades de aprendizagem que podem ser ampliadas com o uso de diferentes linguagens, recursos e formas de participação. No caso da disciplina de Sistemas Multiagentes, essa lógica é especialmente relevante, pois o conteúdo envolve conceitos técnicos e abstratos que demandam abordagens variadas para alcançar maior compreensão e engajamento por parte do público discente.

2.3. Ensino de Sistemas Multiagentes

A disciplina de Sistemas Multiagentes (SMA) aborda conceitos relacionados à modelagem e implementação de sistemas compostos por agentes autônomos que interagem

entre si. O ensino de SMA exige dos estudantes a compreensão de modelos conceituais complexos, como arquiteturas de agentes, protocolos de comunicação e ambientes simulados. Essa complexidade pode ser uma barreira significativa para estudantes que não possuem familiaridade com abstrações computacionais avançadas. Por isso, o uso de recursos didáticos diversificados, que contemplam diferentes formas de representar os conceitos e permitir múltiplas formas de expressão do conhecimento, pode contribuir para um aprendizado mais significativo e acessível.

A proposta do DUA se alinha a essa necessidade, ao oferecer diretrizes para tornar o conteúdo de SMA mais comprehensível, engajador e acessível a um público discente diverso. A maior dificuldade foi encontrar trabalhos relacionados que abordem o ensino de sistemas multiagentes. Na maioria dos artigos encontrados, se tratavam de sistemas multiagentes aplicados no ensino, ou na área da educação. Uma forma prática que foi utilizada para encontrar materiais sobre o ensino de sistemas multiagentes foi a pesquisa em bases de dados (IEEE Xplore, ACM Digital Library, SpringerLink e ScienceDirect). Essas plataformas reúnem artigos de congressos e revistas da área de computação, com conteúdos atualizados e de boa qualidade. Foram utilizados termos como "*teaching multi-agent systems*" OU "*multi-agent systems education*" OU "*curriculum multi-agent systems*", o que permitiu refinar a busca e localizar textos que tratavam diretamente do ensino desse tema, apresentando experiências de professores, propostas de disciplinas e discussões sobre a inclusão do assunto na formação de estudantes da área. Pela similaridade dos dois objetivos considerando os termos usados na *string* de busca aplicada nas bases de conhecimento.

O artigo de [Bazzan et al. 2021] apresenta uma experiência de ensino voltada ao aprendizado dos fundamentos de consenso em sistemas multiagentes, dentro de um curso de pós-graduação. A proposta se destaca por combinar atividades práticas com fundamentos teóricos, buscando aproximar os estudantes de situações reais em que agentes precisam tomar decisões distribuídas. A estrutura do curso, as metodologias aplicadas e os resultados observados são descritos de forma clara, o que permite compreender como os conteúdos foram organizados e avaliados. Essa experiência é útil para o nosso trabalho porque fornece um exemplo concreto de como temas avançados em SMA podem ser abordados de maneira acessível, o que dialoga com o princípio do DUA de oferecer múltiplas formas de ação e expressão.

Como literatura mais consolidada [Beer et al. 2011] reúne diferentes estudos que exploram tanto o uso de sistemas multiagentes como ferramenta de ensino quanto estratégias para ensinar seus conceitos em contextos educacionais diversos. Entre os capítulos, destacam-se aqueles que propõem abordagens interativas, uso de simulações e desenvolvimento de jogos como formas de engajamento dos estudantes. Esse material contribui diretamente com o princípio do DUA relacionado à multiplicidade de formas de engajamento, pois evidencia a importância de despertar o interesse dos estudantes por meio de diferentes recursos. Além disso, traz exemplos que podem inspirar adaptações pedagógicas para tornar o ensino de SMA mais inclusivo e motivador.

3. Metodologia

Este trabalho se caracteriza como uma pesquisa qualitativa [Wazlawick 2020] aplicada. A metodologia adotada foi o DSR, uma abordagem voltada para a construção e avaliação de artefatos com foco na solução de problemas práticos, gerando também contribuições teóricas relevantes para o campo da Educação em Computação [Hevner 2007, Dresch et al. 2015].

No contexto desta experiência, o artefato desenvolvido foi composto por um plano de aula e materiais didáticos para a disciplina de Sistemas Multiagentes, elaborados com base nos três princípios do DUA. O processo metodológico foi conduzido em três ciclos, conforme proposto no DSR [Hevner 2007]:

- **Ciclo de Relevância:** A equipe de projeto identificou a necessidade de tornar a disciplina de SMA mais acessível e inclusiva, a partir da análise de dificuldades relatadas por estudantes, observações dos docentes envolvidos e dados institucionais relacionados à evasão e ao rendimento.
- **Ciclo de Design:** Foram conduzidas reuniões semanais entre docentes e discentes do curso de Sistemas de Informação para o estudo das diretrizes do DUA e o desenvolvimento do plano de aula e dos materiais didáticos. A elaboração dos materiais foi feita de forma colaborativa, contemplando múltiplas formas de apresentação do conteúdo, estratégias variadas de engajamento e formatos alternativos de expressão do conhecimento.
- **Ciclo de Rigor:** A fundamentação teórica da intervenção se apoia em autores da área de educação inclusiva, neurociência e ensino de computação. O processo de desenvolvimento foi documentado e refletido à luz desses referenciais, buscando assegurar a coerência entre as práticas pedagógicas adotadas e os princípios do DUA.

A equipe de projeto foi composta por um professor especialista em Sistemas Multiagentes, uma docente colaboradora com experiência em inclusão educacional e quatro estudantes do curso de BSI, de diferentes períodos. Os encontros aconteceram semanalmente, alternando entre sessões presenciais e reuniões remotas via plataforma *Microsoft Teams*, conforme apresentado na Figura 2, de forma a garantir a continuidade do projeto, mesmo diante de limitações de agenda.

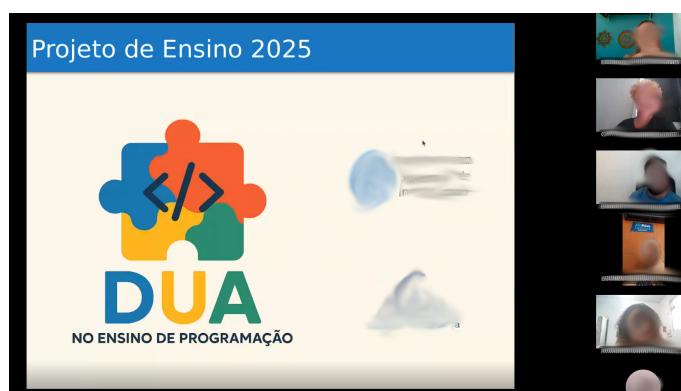


Figura 2. Reunião remota da equipe do projeto de ensino

A experiência desse projeto de ensino está sendo aplicada para o ensino de Programação. De maneira complementar, a disciplina de SMA foi contemplada para

receber os *insights* de evolução do material didático pela aplicação do DUA. A proposta de plano de aula foi estruturada para até três encontros de duas horas.

A proposta metodológica não incluiu, nesta fase, a aplicação com turma regular, mas será submetida como proposta de melhoria ao professor regente da disciplina. Essa análise buscou antever possíveis dificuldades de implementação e refinar o material antes de sua adoção em sala de aula.

4. Aplicando a abordagem do DUA no ensino de SMA

Essa disciplina de SMA possui uma elevada carga conceitual, exigindo do estudante a compreensão de arquiteturas de agentes, protocolos de comunicação, e ambientes simulados e internet das coisas (IoT - *Internet of Things*), como os apresentados no repositório *Distributed and Embedded AI*¹. Os recursos desenvolvidos foram estruturados segundo os três princípios fundamentais do DUA: múltiplas formas de representação, ação/expressão e engajamento. Com base nas diretrizes [CAST – Center for Applied Special Technology 2022], foi elaborado um plano de aula e materiais didáticos acessíveis e inclusivos para a disciplina de Sistemas Multiagentes.

Não havia um plano de aula formal previamente utilizado, portanto foi construído um novo artefato pedagógico alinhado ao conteúdo da disciplina e aos objetivos de aprendizagem esperados. A Tabela 1 apresenta como os princípios do DUA foram aplicados no desenvolvimento do plano de aula, nos slides e na proposta de atividades.

Tabela 1. Aplicação dos princípios do DUA nos materiais didáticos da disciplina de SMA

Elemento	Princípio DUA	Diretriz Aplicada
Plano de Aula	Engajamento / Expressão	Objetivos claros e acessíveis; múltiplas formas de participação (casos, práticas em grupo); uso de cronogramas e <i>checklists</i> .
Slides	Representação	Destaque de ideias-chave com marcadores, contraste adequado e hierarquia visual; evitar sobrecarga.
Simulação	Representação / Ação	Analizar simulações via código, fluxogramas, apresentações orais e/ou escritas.
Exercícios	Expressão	Entregas em diferentes formatos; organização por complexidade.
Fórum	Engajamento	Espaço assíncrono com feedback multimodal (áudio, texto, vídeo curto).

A Figura 3 apresenta um panorama dos principais conceitos da disciplina, incluindo modelagem de agentes, arquiteturas reativas e deliberativas, protocolos de comunicação, ambientes e aplicações em Internet das Coisas (IoT).

¹Link do repositório da disciplina: <https://anonymous.4open.science/r/distributedAndEmbeddedAI-6B67/>

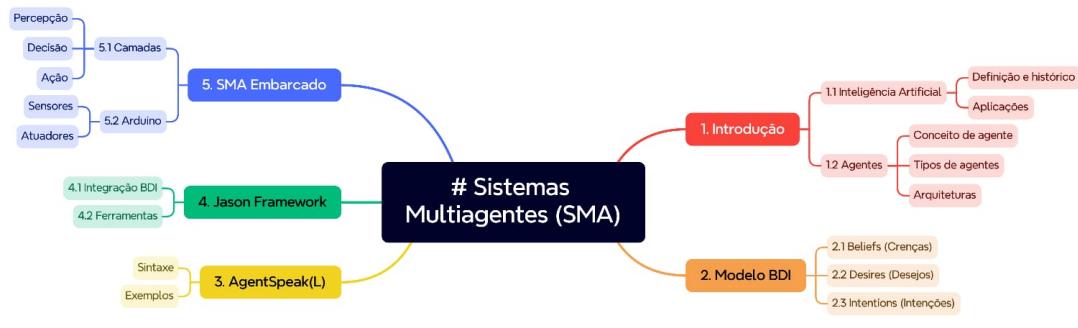


Figura 3. Mapa conceitual da disciplina de Sistemas Multiagentes, destacando tópicos, ferramentas e conceitos abordados.

As atividades práticas consistem em adaptação de um ensaio de uso com a formatação final e uso a ser publicado no repositório oficial da disciplina, sendo proposto aos estudantes que modifacassem os parâmetros de agentes, observassem os efeitos nos resultados e relatassem suas análises em formato acessível de sua escolha. Essa liberdade promove maior autonomia e valorização dos estilos individuais de aprendizagem.

Com base nas diretrizes do DUA, a proposta se mostrou adequada ao sentido de prever barreiras comuns no ensino de SMA, ao permitir que estudantes com diferentes perfis cognitivos e preferências pudessem se engajar, compreender e expressar seu aprendizado de forma significativa.

4.1. Proposta de Plano de Aula

A seguir, apresenta-se o plano de aula desenvolvido com base nos princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), voltado à disciplina de SMA no curso de BSI.

- **Disciplina:** Sistemas Multiagentes (SMA)
- **Curso:** Bacharelado em Sistemas de Informação
- **Período:** 6º período
- **Carga horária:** 3 encontros de 2 horas
- **Tema:** Introdução aos Sistemas Multiagentes e modelagem de agentes
- **Professor:** (Nome do professor)

Objetivos de Aprendizagem

- Compreender os conceitos fundamentais de sistemas multiagentes.
- Identificar componentes e arquiteturas de agentes.
- Analisar dinâmicas de interação e comportamento emergente entre agentes.
- Expressar a compreensão por meio de múltiplos formatos (texto, fluxograma, oral).

Aplicação dos Princípios do DUA

- **Representação:** Slides com contraste e estrutura visual clara; quadros comparativos de arquiteturas; vídeos curtos explicativos; mapas conceituais com destaque visual; exemplos contextualizados de aplicações reais.
- **Expressão:** Atividades com liberdade de formato de entrega (pseudocódigo, fluxogramas, apresentações orais ou escritas); inclusão opcional de diário reflexivo sobre o processo de aprendizagem; exercícios de modelagem com escolha de cenário.
- **Engajamento:** Estudo de caso inicial contextualizado; escolha do modelo ou problema por parte dos estudantes; questionário de autoavaliação ao fim de cada aula; momentos de interação e debate em grupo; *feedback* do professor em formato multimodal (áudio, vídeo ou texto).

Os tópicos contemplam desde conceitos introdutórios de SMA até modelagem e execução de cenários de simulação. A avaliação, no contexto desta proposta, ocorre por meio de exercícios práticos de modelagem e implementação, participação em debates e entrega de modelos e implementações, permitindo que os estudantes escolham o formato de apresentação (texto, vídeo, fluxograma). Essa flexibilidade também reflete os princípios do DUA, ao valorizar diferentes estilos e modos de expressão.

Ao incorporar diferentes formas de apresentar os conteúdos nas aulas das disciplinas, propor atividades variadas e abrir espaço para que os estudantes escolham como demonstrar sua aprendizagem, foi possível tornar o ambiente mais acessível e dinâmico. A ideia não foi facilitar o conteúdo, mas sim abrir caminhos para que mais estudantes pudessem se engajar e acompanhar os temas da disciplina, cada um a seu modo.

Essa abordagem contribuiu para que o planejamento didático deixasse de ser uniforme e passasse a considerar a diversidade como ponto de partida.

Ainda que o plano não tenha sido validado em sala com turma completa, a elaboração colaborativa com estudantes e professores já evidenciou o potencial da proposta. A experiência reforça que o DUA pode ser um aliado importante na construção de práticas mais acolhedoras e eficazes no ensino de temas desafiadores como SMA.

5. Resultados

A elaboração do plano de aula e dos materiais didáticos acessíveis para a disciplina de SMA representa um avanço no desenvolvimento de práticas pedagógicas mais inclusivas no ensino de computação. Embora o experimento ainda não tenha sido aplicado em sala de aula com uma turma formal no período letivo, a construção dos recursos baseou-se em referências consolidadas sobre o DUA e seguiu uma lógica metodológica baseada no DSR.

O processo permitiu identificar que os conceitos presentes na disciplina de SMA — como a modelagem de agentes, o uso de ambientes de simulação, e a compreensão de arquiteturas distribuídas — podem ser abordados de forma mais acessível com o uso de diferentes formatos de representação e expressão. Os materiais foram estruturados considerando múltiplos perfis de estudantes, com atenção à diversidade de estilos de aprendizagem e às possíveis barreiras cognitivas e comunicacionais.

A proposta resultou em um conjunto de slides, exercícios, roteiro de atividades práticas com simulação, e um plano de aula acessível que inclui objetivos claros, espaços para autoavaliação, recursos multimodais e abertura para diferentes formas de entrega. Em comparação com experiências anteriores na disciplina de Linguagem de Programação — onde a abordagem do DUA foi parcialmente aplicada e avaliada —, esta proposta amplia a aplicação para um conteúdo mais avançado e conceitualmente exigente.

Ainda que a validação do material com os estudantes dependa da implementação pelo professor regente em uma próxima edição da disciplina, os recursos desenvolvidos constituem uma base promissora para análise futura de impacto. A expectativa da equipe de projeto é que, ao ser aplicado, o material possa promover maior engajamento e compreensão, especialmente entre estudantes que encontram dificuldade com a abordagem tradicional.

6. Conclusões

Este artigo apresentou uma proposta da construção de um plano de aula e materiais didáticos para a disciplina de SMA do curso de BSI, fundamentado nos princípios do DUA. A iniciativa integra um projeto de ensino voltado à inclusão educacional e busca responder à necessidade de práticas pedagógicas mais acessíveis no ensino superior em computação.

A proposta se destacou por propor um modelo de ensino que antecipa barreiras e oferece estratégias flexíveis para promover a aprendizagem, considerando a diversidade dos estudantes. A equipe utilizou como referência a experiência anterior com o DUA na disciplina de Linguagem de Programação e adaptou a metodologia para a complexidade do conteúdo de SMA, envolvendo simulações e conceitos avançados de computação.

Embora ainda não tenha sido testada com uma turma formal, a experiência de elaboração do material já apontou benefícios pedagógicos importantes, como maior clareza na estrutura do conteúdo, diversidade de estratégias avaliativas e atenção à representação visual e simbólica dos conceitos.

A proposta será apresentada ao professor regente da disciplina para futura aplicação em sala. Espera-se que essa experiência contribua para inspirar outras iniciativas semelhantes, fortalecendo o compromisso com uma educação superior mais inclusiva, centrada no estudante e sensível às múltiplas formas de aprender.

Referências

- Bazzan, A. L. C., Bordini, R., and Hübner, J. F. (2021). Teaching by practice the basis of consensus for multi-agent systems. *IFAC-PapersOnLine*, 54(13):159–164.
- Beer, M., Fasli, M., and Richards, D., editors (2011). *Multi-Agent Systems for Education and Interactive Entertainment: Design, Use and Experience*. IGI Global, Hershey, PA.
- CAST – Center for Applied Special Technology (2022). Universal design for learning guidelines version 2.2. <https://udlguidelines.cast.org>. Acesso em: 7 mai. 2025.

- Dainez, D. and Smolka, A. L. B. (2014). O conceito de compensação no diálogo de vigotski com adler: desenvolvimento humano, educação e deficiência. *Educação e Pesquisa*, 40(4):1093–1108.
- Dresch, A., Lacerda, D. P., and Antunes Júnior, J. A. V. (2015). *Design Science Research: Método de Pesquisa para Avanço da Ciência e Tecnologia*. Bookman Editora, Porto Alegre.
- Hevner, A. R. (2007). A three cycle view of design science research. *Scandinavian Journal of Information Systems*, 19(2):87–92.
- Hitchcock, C., Meyer, A., Rose, D., and Jackson, R. (2002). Providing new access to the general curriculum: Universal design for learning. *Teaching Exceptional Children*, 35(2):8–17.
- Mendoza, B. and Gonçalves, A. (2023). Estruturação de planos de aula com princípios do desenho universal para a aprendizagem (dua): contribuição para a educação inclusiva. *Educação: Teoria e Prática*, 33(66):e31.
- Pino, A. (2000). O social e o cultural na obra de lev s. vigotski. *Educação e Sociedade*, 21(71):45–78.
- Pletsch, M. D. (2017). Diferença, deficiência e desigualdade: desafios para a educação inclusiva. *Educação & Sociedade*, 38(140):727–745.
- Vigotski, L. S. (2011). A defectologia e o estudo do desenvolvimento e da educação da criança anormal. *Educação e Pesquisa*, 37(4):863–869.
- Wazlawick, R. S. (2020). *Metodologia de Pesquisa para Ciência da Computação*. GEN LTC, Rio de Janeiro, 3 edition.