



Epistemologia cognitivista e Desenho Universal para a Aprendizagem: fundamentos e desdobramentos para uma educação química acessível

Cognitivist epistemology and Universal Design for Learning: foundations and implications for accessible chemistry education

Epistemología cognitivista y Diseño Universal para el Aprendizaje: fundamentos e implicaciones para una educación química accesible

Samara de Oliveira Pereira¹

• Claudete da Silva Lima Martins²

RESUMO

Este ensaio teórico analisa as relações entre a epistemologia cognitivista e o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) no contexto da educação química, problematizando limites e potencialidades dessa articulação. Parte-se da concepção de aprendizagem como um processo ativo e singular, mediado por estruturas cognitivas em desenvolvimento, conforme Piaget (1976) e Ausubel (2003). Contudo, reconhece-se que tais fundamentos, quando considerados isoladamente, oferecem subsídios restritos para o planejamento curricular em contextos educacionais marcados pela diversidade. Argumenta-se que o DUA atua como um desdobramento pedagógico do cognitivismo ao converter a variabilidade cognitiva, descrita epistemologicamente, em princípio organizador do currículo. A partir dessa convergência, discute-se como múltiplos meios de engajamento, representação e ação/expressão ampliam as possibilidades de construção de significados no ensino de Química. Sustenta-se que a articulação entre cognitivismo e DUA não constitui mera justaposição teórica, mas uma complementaridade crítica que tenciona práticas pedagógicas homogeneizadoras e fundamenta a construção de currículos mais acessíveis.

Palavras-chave: Epistemologia cognitivista; Desenho Universal para a Aprendizagem; Educação química.

ABSTRACT

This theoretical essay analyzes the relationships between cognitivist epistemology and Universal Design for Learning (UDL) in the context of chemistry education, problematizing the limits and potential of these articulations. It starts from the conception of learning as an active and singular process, mediated by developing cognitive structures, according to Piaget (1976) and Ausubel (2003). However, it acknowledges that such foundations, when considered in isolation, offer limited support for curriculum planning in educational contexts marked by diversity. It argues that UDL acts as a pedagogical unfolding of cognitivism by converting cognitive variability, described epistemologically, into an organizing principle of the curriculum. From this convergence, we discuss how multiple means of engagement, representation, and action/expression broaden the possibilities of meaning-making in chemistry teaching. It is argued that the articulation between cognitivism and UDL (Universal Design for Learning) is not a mere theoretical juxtaposition, but a critical complementarity that challenges homogenizing pedagogical practices and provides a foundation for the construction of more accessible curricula.

Keywords: Cognitivist epistemology; Universal Design for Learning; Chemical education.

¹ Licenciada em Química, Mestra em Ensino e Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Bagé/RS – Brasil. E-mail: samaradeoliver23@gmail.com

² Licenciada em Pedagogia, Mestra e Doutora em Educação e Professora da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Bagé/RS – Brasil. E-mail: claudetemartins@unipampa.edu.br

RESUMEN

Este ensayo teórico analiza las relaciones entre la epistemología cognitivista y el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) en el contexto de la educación química, problematizando los límites y el potencial de estas articulaciones. Parte de la concepción del aprendizaje como un proceso activo y singular, mediado por el desarrollo de estructuras cognitivas, según Piaget (1976) y Ausubel (2003). Sin embargo, reconoce que tales fundamentos, considerados de forma aislada, ofrecen un apoyo limitado para la planificación curricular en contextos educativos marcados por la diversidad. Argumenta que el DUA actúa como un despliegue pedagógico del cognitivismo al convertir la variabilidad cognitiva, descrita epistemológicamente, en un principio organizador del currículo. A partir de esta convergencia, discutimos cómo los múltiples medios de participación, representación y acción/expresión amplían las posibilidades de construcción de significado en la enseñanza de la química. Se argumenta que la articulación entre el cognitivismo y el DUA (Diseño Universal para el Aprendizaje) no es una mera yuxtaposición teórica, sino una complementariedad crítica que desafía las prácticas pedagógicas homogeneizadoras y proporciona una base para la construcción de currículos más accesibles.

Palabras clave: Epistemología cognitivista; Diseño Universal para el Aprendizaje; Educación química.

1. INTRODUÇÃO

O ensino de Química, historicamente marcado por práticas transmissivas e por uma forte ênfase na memorização de conteúdos abstratos e simbólicos, enfrenta desafios significativos frente à crescente heterogeneidade dos estudantes e às demandas de uma educação comprometida com a inclusão, a acessibilidade e a aprendizagem significativa (Pereira; Martins, 2024; Pereira, 2023; Zanon; Maldaner, 2019; Mortimer; Machado, 2000). Em um cenário educacional diverso, torna-se indispensável revisitar os fundamentos epistemológicos que orientam a prática docente, sobretudo aqueles que permitem compreender a construção do conhecimento como um processo ativo, dinâmico e profundamente influenciado pela diversidade cognitiva dos estudantes.

A epistemologia cognitivista, ao conceber o conhecimento como resultado de processos internos de interpretação, organização e reconstrução das informações, oferece um aporte fundamental para pensar a aprendizagem para além de modelos lineares e conteudistas (Piaget, 1976; Ausubel, 2003; Pozo, 2002). Esse referencial desloca o foco do ensino centrado na transmissão para uma perspectiva que reconhece o estudante como agente ativo, mobilizador de esquemas cognitivos e construtor de significados. No campo da educação química, esse entendimento contribui para interpretar as dificuldades conceituais não como falhas individuais, mas como expressões da relação entre a estrutura lógica dos conteúdos e as formas pelas quais cada estudante atribui sentido ao mundo.

No entanto, apesar de suas contribuições explicativas, o cognitivismo clássico apresenta limites quando confrontado com a materialidade do currículo e com as condições concretas das salas de aula contemporâneas, marcadas por ampla diversidade cognitiva, sociocultural e de acesso ao conhecimento. Embora reconheça que os estudantes aprendem de maneiras distintas, esse referencial concentra-se predominantemente na descrição dos processos internos de aprendizagem, oferecendo subsídios ainda insuficientes para orientar, de forma sistemática, o planejamento pedagógico capaz de acolher essa variabilidade desde a organização curricular. Assim, a valorização dos processos cognitivos, embora necessária, não garante, por si só, a superação das barreiras pedagógicas historicamente presentes no ensino de Química, o que evidencia a necessidade de dialogar com abordagens que ampliem o horizonte epistemológico da prática educativa.

O Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) emerge, nesse contexto, como uma abordagem que propõe a flexibilização intencional do currículo desde sua concepção, considerando a variabilidade humana como norma e não como exceção (CAST, 2018). Fundamentado em pesquisas das ciências cognitivas e da neurociência educacional, o DUA organiza-se a partir de três princípios centrais: múltiplos meios de engajamento, múltiplos meios de representação e múltiplos meios de ação e expressão.

Ao propor múltiplos meios de engajamento, representação e ação e expressão, o DUA desloca a lógica da adaptação para a lógica do planejamento curricular flexível, defendendo que ambientes educacionais devem ser concebidos para acolher diferentes percursos cognitivos desde sua origem. Nesse sentido, o DUA não se configura apenas como um conjunto de estratégias inclusivas, mas como uma abordagem curricular que operacionaliza pedagogicamente a compreensão da aprendizagem como processo variável, ativo e situado, dialogando diretamente com os fundamentos cognitivistas.

Embora tanto o cognitivismo quanto o DUA tenham sido amplamente discutidos em contextos educacionais, a articulação entre esses dois referenciais no campo da educação química permanece pouco explorada, configurando uma lacuna teórica relevante. Compreender como os pressupostos cognitivistas sustentam epistemologicamente o DUA, e como esse, por sua vez, opera como tradução pedagógica desses princípios, permite avançar em direções ainda pouco discutidas, contribuindo para o fortalecimento de práticas docentes fundamentadas, intencionais e inclusivas.

No ensino de Química, essa abordagem assume especial relevância, uma vez que a aprendizagem dos conceitos químicos envolve a articulação entre diferentes níveis de representação, macroscópico, submicroscópico e simbólico, exigindo dos estudantes elevados níveis de abstração e letramento científico (Johnstone, 1993). Quando essas exigências não são acompanhadas de práticas pedagógicas acessíveis e diversificadas, o ensino de Química tende a se tornar um mecanismo de exclusão cognitiva, reforçando dificuldades de aprendizagem e afastamento dos estudantes da ciência.

Diante desse panorama, este ensaio teórico tem como objetivo analisar as relações entre a epistemologia cognitivista e o DUA no ensino de Química, discutindo como ambos os referenciais dialogam, convergem e se potencializam na construção de abordagens pedagógicas mais alinhadas aos processos cognitivos dos estudantes.

A originalidade do estudo reside em explicitar essa articulação como um movimento de complementaridade crítica, no qual os limites explicativos do cognitivismo são tensionados e ampliados pelas diretrizes pedagógicas do DUA, evidenciando implicações epistemológicas e curriculares para o ensino de Química.

Nesse contexto, o presente estudo insere-se no conjunto de pesquisas desenvolvidas no âmbito do doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ensino (PPGE), articulando-se às investigações em curso sobre ensino de Química, acessibilidade pedagógica e fundamentos epistemológicos da aprendizagem. A reflexão aqui apresentada dialoga com uma agenda de pesquisa que busca compreender como diferentes referenciais teóricos podem contribuir para a construção de práticas pedagógicas mais inclusivas, intencionais e alinhadas aos processos cognitivos dos estudantes.

A estrutura do texto está organizada da seguinte forma: na primeira seção, apresenta-se a epistemologia cognitivista e suas contribuições para a compreensão da aprendizagem em Química;

na segunda, discute-se o DUA, seus fundamentos teóricos, princípios e bases neurocognitivas; na terceira seção, examinam-se as relações conceituais entre o cognitivismo e o DUA, evidenciando convergências, tensões e complementaridades; por fim, a quarta seção apresenta implicações pedagógicas para a educação química e as considerações finais, destacando contribuições e desdobramentos para a prática docente.

2. A EPISTEMOLOGIA COGNITIVISTA: FUNDAMENTOS E CONTRIBUIÇÕES PARA A COMPREENSÃO DA APRENDIZAGEM EM QUÍMICA

A epistemologia cognitivista pode ser compreendida como um conjunto de perspectivas teóricas que explicam a aprendizagem e a produção do conhecimento a partir dos processos mentais internos envolvidos na percepção, organização, interpretação e construção de significados. Em oposição às abordagens empiristas e behavioristas, o cognitivismo concebe o sujeito como agente ativo do conhecimento, dotado de estruturas cognitivas que se transformam ao longo do desenvolvimento e da interação com o meio (Pozo, 2002). Nesse sentido, aprender não se reduz à resposta a estímulos externos, mas envolve a mobilização de esquemas cognitivos, a resolução de conflitos e a reorganização progressiva do pensamento.

A epistemologia cognitivista representa, assim, um marco nas transformações conceituais que redefiniram a compreensão contemporânea da aprendizagem. Ao deslocar o foco do ensino centrado na transmissão de informações para a análise dos processos mentais envolvidos na construção do conhecimento, o cognitivismo rompe com perspectivas que concebiam aprender como simples resposta a estímulos externos (Pozo, 2002). Nesse novo horizonte, o estudante passa a ser compreendido como agente ativo, capaz de interpretar, organizar e reconstruir significados a partir de estruturas cognitivas em constante desenvolvimento.

Jean Piaget desempenha papel central nessa mudança paradigmática ao formular a Epistemologia Genética, cuja finalidade é compreender a constituição e a transformação das estruturas mentais ao longo do desenvolvimento humano (Piaget, 1976). Para o autor, o conhecimento não se encontra pronto nos objetos nem é transmitido integralmente pelo professor; ele é construído progressivamente mediante processos de assimilação, acomodação e equilíbrio, mecanismos pelos quais o estudante integra novas informações, reorganiza esquemas e busca estabilidade cognitiva. Essa concepção tem implicações diretas para o ensino de Ciências e, em particular, da Química, ao evidenciar que a compreensão de conceitos científicos complexos exige processos progressivos de reorganização cognitiva, e não apenas exposição ou repetição de conteúdos (Pereira, 2023). Essa concepção inaugura uma visão dinâmica, evolutiva e profundamente interacionista sobre o ato de aprender.

Autores posteriores ampliaram essa perspectiva ao destacar o papel dos conhecimentos prévios, da motivação e da estrutura lógica dos conteúdos no processo de aprendizagem. David Ausubel (2003), ao desenvolver a teoria da Aprendizagem Significativa, enfatiza que novos conteúdos só adquirem sentido quando encontram ancoragem na estrutura cognitiva existente do estudante. Assim, compreender Química não pode ser reduzida à memorização de fórmulas, símbolos ou nomenclaturas, mas implica estabelecer relações, reconhecer padrões e integrar conhecimentos em uma rede conceitual crescente e coerente.

Essa compreensão tem implicações profundas para o ensino de Química, disciplina frequentemente percebida como abstrata, distante do cotidiano e excessivamente simbólica. A epistemologia cognitivista permite interpretar dificuldades conceituais não como fracassos individuais, mas como indícios de que há descompasso entre o pensamento do estudante e a lógica dos conteúdos trabalhados (Mortimer; Machado, 2000). A aprendizagem química, portanto, depende da criação de condições pedagógicas que permitam ao aluno confrontar suas ideias, reorganizar seus esquemas, estabelecer vínculos conceituais e construir representações cada vez mais complexas dos fenômenos.

Ao reconhecer que os processos cognitivos variam amplamente entre os estudantes, em ritmos, percursos, estratégias, repertórios e formas de atribuição de sentido, o cognitivismo abre espaço para compreender que não existe um único caminho para aprender. Cada sujeito mobiliza esquemas próprios, interpreta fenômenos a partir de referenciais particulares e constrói significados de maneira singular. Esse princípio estabelece um ponto de convergência fundamental com perspectivas educacionais que defendem a valorização da diversidade cognitiva, entre elas o Desenho Universal para a Aprendizagem.

Dessa forma, a epistemologia cognitivista não apenas descreve como o conhecimento é construído, mas também fundamenta a necessidade de práticas pedagógicas que reconheçam a heterogeneidade dos aprendizes e ofereçam condições para que diferentes trajetórias cognitivas sejam acolhidas no planejamento curricular. Essa discussão se articula diretamente com o Desenho Universal para a Aprendizagem, tema abordado na seção seguinte, que propõe um modelo curricular capaz de traduzir pedagogicamente os princípios cognitivos e neurobiológicos que sustentam a variabilidade humana.

3. O DESENHO UNIVERSAL PARA A APRENDIZAGEM: FUNDAMENTOS, PRINCÍPIOS E BASES NEUROCOGNITIVAS

O Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) pode ser conceituado como uma abordagem pedagógico-curricular que orienta o planejamento do ensino a partir da variabilidade humana, propondo que objetivos, métodos, materiais e formas de avaliação sejam concebidos, desde sua origem, para atender à diversidade de modos de aprender (CAST, 2024). Fundamentado em evidências da ciência cognitiva e da neurociência, o DUA desloca a lógica da adaptação individual para a do desenho intencional de ambientes educacionais flexíveis e acessíveis (Rose; Meyer, 2002; CAST, 2024).

O DUA emerge, no final do século XX, como uma resposta às limitações dos modelos educacionais tradicionais, frequentemente orientados por pressupostos de homogeneidade e padronização dos estudantes. Inspirado nas discussões sobre acessibilidade arquitetônica, o DUA transpõe para o campo pedagógico o princípio segundo o qual ambientes devem ser concebidos desde a sua origem para atender a diferentes perfis de usuários, evitando adaptações posteriores que, além de pontuais, tendem a reforçar a lógica da excepcionalidade (Rose; Meyer, 2002). Nesse movimento, o DUA propõe uma reformulação epistemológica do ensino ao considerar que a variabilidade humana, seja cognitiva, sensorial, afetiva ou sociocultural, não constitui obstáculo, mas elemento constitutivo do processo de aprendizagem.

Ao contrário das práticas inclusivas centradas em ajustes individuais, o DUA defende um planejamento curricular flexível, antecipatório e responsável, projetado para acolher múltiplos percursos de aprendizagem. Essa abordagem rompe com a ideia de que a escola deve esperar que

o estudante se adapte ao modelo vigente; ao contrário, afirma que o próprio ensino deve ser intencionalmente estruturado para contemplar a pluralidade dos modos de conhecer. Esse deslocamento conceitual aproxima o DUA de concepções contemporâneas sobre cognição, que entendem o aprender como processo distribuído, multimodal e profundamente influenciado por experiências prévias, emoções, motivações e recursos disponíveis.

As bases do DUA estão fortemente ancoradas em referenciais da neurociência cognitiva, especialmente nos estudos que descrevem o funcionamento distribuído do cérebro em redes especializadas, afetivas, de reconhecimento e estratégicas, responsáveis por diferentes dimensões da aprendizagem (CAST, 2018; CAST, 2024). Esses estudos evidenciam que a aprendizagem envolve a integração dinâmica entre motivação, percepção, processamento de informações e planejamento de ações, reforçando que não existe um “cérebro padrão” capaz de representar a totalidade das formas humanas de aprender.

A partir dessa compreensão, o DUA organiza-se em três princípios estruturantes. Primeiramente, o princípio dos múltiplos meios de engajamento, relacionado às redes afetivas, reconhece que a motivação, o interesse e a persistência variam significativamente entre os estudantes. Esse princípio orienta práticas que promovem a autonomia, a relevância e a sensibilidade cultural como fatores essenciais para mobilizar o envolvimento cognitivo.

Em segundo lugar, o princípio dos múltiplos meios de representação, associado às redes de reconhecimento, destaca que os estudantes percebem, interpretam e comprehendem as informações de formas diversas. Assim, a apresentação dos conteúdos por meio de diferentes linguagens, modalidades e suportes torna-se fundamental para garantir o acesso equitativo ao conhecimento.

Por fim, o princípio dos múltiplos meios de ação e expressão, vinculado às redes estratégicas, evidencia que os estudantes diferem em suas formas de organizar ideias, planejar respostas e demonstrar o que sabem. Valorizar diferentes formas de expressão – sejam elas orais, escritas, visuais, corporais ou digitais – expande as possibilidades de participação e de avaliação da aprendizagem.

Esses três princípios configuram o eixo central do DUA ao operacionalizar um entendimento da aprendizagem que é profundamente compatível com perspectivas cognitivistas: se os processos mentais são variados, é preciso que o currículo seja igualmente variado. O ensino, portanto, não é apenas um conjunto de conteúdos organizados em sequência, mas um ambiente intencionalmente estruturado para favorecer modos plurais de significação e participação.

No contexto brasileiro, o DUA dialoga com políticas públicas que reconhecem o direito à aprendizagem e à acessibilidade pedagógica, como a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (Brasil, 2008) e a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2017). Contudo, sua efetivação depende de sólida compreensão teórica sobre os fundamentos cognitivos da aprendizagem, razão pela qual se articula, de modo fecundo, com a epistemologia cognitivista.

Essa aproximação torna-se particularmente relevante para a educação química, marcada por múltiplos níveis de representação, linguagens específicas e processos cognitivos complexos. Ao considerar a variabilidade dos estudantes como ponto de partida e não como exceção, o DUA oferece caminhos pedagógicos capazes de reduzir barreiras, ampliar possibilidades de significação e favorecer a construção compartilhada do conhecimento químico.

Na seção seguinte, aprofunda-se essa articulação ao discutir como os pressupostos cognitivistas dialogam com os princípios do DUA, delineando convergências, complementaridades e implicações para a construção de práticas pedagógicas mais inclusivas no ensino de Química.

4. RELAÇÕES ENTRE A EPISTEMOLOGIA COGNITIVISTA E O DESENHO UNIVERSAL PARA A APRENDIZAGEM

A articulação entre a epistemologia cognitivista e o DUA revela uma convergência teórica relevante, mas não isenta de tensões, sobretudo quando se analisa a transposição de princípios explicativos da aprendizagem para diretrizes normativas de organização curricular. Embora situados em tradições distintas, a primeira voltada à compreensão dos processos internos de construção do conhecimento e a segunda orientada ao desenho pedagógico de ambientes acessíveis, ambos os referenciais compartilham o reconhecimento da aprendizagem como fenômeno ativo, plural e condicionado pela variabilidade cognitiva dos sujeitos.

No âmbito do cognitivismo, aprender implica mobilizar e reorganizar esquemas mentais ao longo do desenvolvimento, por meio de mecanismos como assimilação, acomodação e equilibração (Piaget, 1976). Tal processo é necessariamente singular, uma vez que cada estudante interpreta os conteúdos a partir de repertórios prévios, ritmos próprios e experiências acumuladas. Ausubel (2003), ao destacar o papel estruturante dos conhecimentos prévios na aprendizagem significativa, reforça que não há trajetórias cognitivas homogêneas, mesmo diante de propostas de ensino aparentemente uniformes.

Entretanto, apesar de reconhecer a diversidade cognitiva, o cognitivismo clássico apresenta limites quando confrontado com a materialidade do currículo e com as condições concretas de ensino, uma vez que se ocupa prioritariamente da explicação de como os sujeitos aprendem, mas oferece menos subsídios para orientar, de forma sistemática, o planejamento de ambientes pedagógicos capazes de acolher essa diversidade. É nesse ponto que o DUA se insere como um desdobramento pedagógico que tensiona e amplia os pressupostos cognitivistas.

Ao propor múltiplos meios de engajamento, representação e ação/expressão, o DUA parte do princípio de que a variabilidade não constitui exceção a ser compensada, mas condição estrutural a ser prevista no currículo (CAST, 2018; Rose; Meyer, 2002). Dessa forma, enquanto o cognitivismo descreve a pluralidade dos processos mentais envolvidos na aprendizagem, o DUA opera como uma tradução pedagógica desses princípios, deslocando-os do plano explicativo para o plano do planejamento educacional intencional.

Essa relação pode ser analisada a partir de três dimensões analíticas. A primeira refere-se à concepção ativa da aprendizagem, compartilhada por ambos os referenciais. Se, para Piaget e Ausubel, aprender implica construir significados a partir da interação entre novos conteúdos e estruturas cognitivas existentes, o DUA amplia as condições para que essa construção ocorra ao diversificar formas de acesso, linguagem e mediação dos conteúdos. Nesse sentido, o DUA não substitui o cognitivismo, mas potencializa suas possibilidades de realização pedagógica.

A segunda dimensão diz respeito à centralidade da variabilidade cognitiva. Para o cognitivismo, as diferenças entre os sujeitos são constitutivas do desenvolvimento humano; para o DUA, essas diferenças devem orientar o próprio desenho do currículo. O que no cognitivismo aparece como

constatação teórica, no DUA assume estatuto normativo, implicando decisões curriculares, metodológicas e avaliativas que reconheçam múltiplos percursos de aprendizagem como legítimos.

Por fim, a terceira dimensão relaciona-se às especificidades da educação química. A aprendizagem em Química exige transitar entre níveis de representação sejam eles macroscópico, submicroscópico ou simbólico, que demandam elevados níveis de abstração e coordenação cognitiva (Johnstone, 1993). A epistemologia cognitivista explica por que esse trânsito é cognitivamente exigente e não linear; o DUA, por sua vez, oferece diretrizes para ampliar as vias pelas quais os estudantes podem construir essas articulações, reduzindo barreiras impostas por currículos excessivamente homogêneos.

Por exemplo, no ensino de ligações químicas, o trânsito entre representações macroscópicas (propriedades observáveis dos materiais), submicroscópicas (interações entre átomos e íons) e simbólicas (fórmulas e estruturas) exige diferentes formas de mediação cognitiva. À luz da epistemologia cognitivista, essas dificuldades não decorrem de falhas individuais, mas da complexidade conceitual envolvida. O DUA, ao propor múltiplos meios de representação, permite que tais conceitos sejam explorados por meio de modelos físicos, simulações digitais, analogias visuais e linguagem matemática, ampliando as possibilidades de construção de significado e reduzindo barreiras cognitivas impostas por abordagens unicamente simbólicas.

Dessa forma, a articulação entre epistemologia cognitivista e DUA não deve ser compreendida como mera justaposição teórica, mas como um movimento de complementaridade crítica, no qual os limites explicativos de um referencial são tensionados e ampliados pelas contribuições do outro. Essa convergência fornece bases robustas para repensar o ensino de Química, deslocando-o de práticas centradas na padronização para abordagens que reconhecem a diversidade cognitiva como princípio estruturante da aprendizagem.

5. IMPLICAÇÕES PEDAGÓGICAS DA ARTICULAÇÃO ENTRE EPISTEMOLOGIA COGNITIVISTA E DUA PARA A EDUCAÇÃO QUÍMICA

A convergência entre epistemologia cognitivista e o DUA produz implicações pedagógicas que ultrapassam a adoção pontual de estratégias didáticas, interpelando a própria concepção de currículo, ensino e avaliação na educação química. Ao articular fundamentos explicativos sobre como os sujeitos constroem conhecimento com diretrizes para o planejamento de ambientes acessíveis, essa relação tensiona modelos tradicionais de ensino historicamente marcados pela homogeneização dos percursos de aprendizagem.

Uma primeira implicação refere-se à organização curricular. Se o cognitivismo evidencia que a aprendizagem depende da ampliação e reorganização progressiva de esquemas conceituais, o DUA indica que tais processos exigem múltiplas oportunidades de acesso aos conteúdos, por meio de diferentes linguagens, representações e contextos. Assim, o currículo de Química deixa de ser concebido como sequência linear de conteúdos e passa a ser entendido como um conjunto de experiências cognitivamente mediadas, que favorecem a articulação entre fenômenos observáveis, modelos teóricos e sistemas simbólicos.

No âmbito das estratégias de ensino, essa articulação implica reconhecer que não basta variar recursos de forma instrumental, mas planejar intencionalmente situações didáticas que permitam aos estudantes mobilizar diferentes percursos cognitivos. Modelos concretos, simulações digitais,

experimentação, narrativas históricas e problemas contextualizados não devem ser vistos como alternativas periféricas, mas como vias complementares de construção conceitual, especialmente relevantes em uma disciplina caracterizada por alto nível de abstração.

As práticas avaliativas também são profundamente interpeladas por essa perspectiva. Se a aprendizagem é compreendida como construção ativa e se os estudantes diferem em suas formas de expressar compreensão, avaliar exclusivamente por meio de instrumentos padronizados reforça barreiras cognitivas e simbólicas. O DUA oferece subsídios para repensar a avaliação em Química a partir de múltiplos meios de ação e expressão, permitindo que os estudantes demonstrem entendimento por meio de esquemas, modelos, produções escritas, análises experimentais ou recursos multimodais, desde que mantenham coerência conceitual.

Além disso, essa articulação redefine o papel do professor. À luz da epistemologia cognitivista, o docente atua como mediador que intervém intencionalmente nos processos de reorganização cognitiva dos estudantes. O DUA amplia essa função ao atribuir ao professor o papel de designer pedagógico, responsável por antecipar barreiras, planejar flexibilizações e criar ambientes que acolham a diversidade dos modos de aprender. Trata-se de um deslocamento significativo: o foco deixa de estar na adaptação posterior do estudante ao currículo e passa a incidir sobre o próprio desenho curricular.

Por fim, essas implicações alcançam a formação docente. Compreender os fundamentos cognitivos da aprendizagem e, simultaneamente, desenvolver competências para planejar práticas acessíveis e flexíveis constitui uma exigência central para a educação química contemporânea. A articulação entre cognitivismo e DUA evidencia que a inclusão não se reduz à presença física dos estudantes, mas envolve garantir condições efetivas de participação e construção do conhecimento, o que demanda formação teórica sólida e reflexão crítica sobre a prática pedagógica.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A articulação entre a epistemologia cognitivista e o DUA permitiu evidenciar que a aprendizagem na educação química não pode ser compreendida apenas a partir dos processos internos de construção do conhecimento, nem exclusivamente por meio de diretrizes pedagógicas voltadas à acessibilidade. É na articulação crítica entre esses dois planos, o epistemológico e o curricular, que se delineiam possibilidades mais consistentes para repensar o ensino de Química em contextos marcados pela diversidade cognitiva.

Ao longo deste ensaio, argumentou-se que a epistemologia cognitivista oferece fundamentos robustos para compreender como os estudantes constroem significados, reorganizam esquemas conceituais e atribuem sentido aos conteúdos químicos. Contudo, também se evidenciou que tais fundamentos, quando tomados isoladamente, apresentam limites no que se refere à orientação sistemática do planejamento pedagógico, especialmente em contextos educacionais heterogêneos. É nesse ponto que o DUA emerge como um referencial que tensiona e amplia o cognitivismo, ao traduzir a variabilidade cognitiva, descrita teoricamente, em princípio estruturante do currículo.

Dessa forma, o DUA não se apresenta como uma alternativa concorrente à epistemologia cognitivista, mas como um desdobramento pedagógico que operacionaliza seus pressupostos, deslocando a atenção da adaptação pontual do estudante para o desenho intencional de ambientes de aprendizagem acessíveis desde sua concepção. Essa complementaridade evidencia que compreender

como os sujeitos aprendem e planejar como o ensino pode favorecer essas aprendizagens são dimensões indissociáveis de uma educação química comprometida com a equidade.

No contexto específico da educação química, essa articulação assume especial relevância devido às exigências cognitivas impostas pela disciplina, que demanda a coordenação entre diferentes níveis de representação, linguagens especializadas e elevados graus de abstração. Ao reconhecer que tais exigências não são igualmente acessíveis a todos os estudantes, a convergência entre cognitivismo e DUA oferece subsídios teóricos para questionar práticas pedagógicas tradicionalmente homogeneizadoras, que frequentemente reforçam processos de exclusão cognitiva em nome da padronização curricular.

As implicações pedagógicas discutidas ao longo do texto indicam que a adoção dessa articulação teórica implica repensar profundamente o currículo, as estratégias de ensino, as práticas avaliativas e o papel do professor. Trata-se de um deslocamento que não se limita à incorporação de novos recursos didáticos, mas que exige uma mudança epistemológica na forma de conceber o ensino e a aprendizagem em Química, reconhecendo a diversidade cognitiva como condição constitutiva do processo educativo.

Embora este ensaio tenha se configurado como uma reflexão teórica, sua principal contribuição reside em explicitar a fecundidade do diálogo entre epistemologia cognitivista e DUA como base para a construção de práticas pedagógicas mais intencionais, fundamentadas e inclusivas. Ao tornar visível essa articulação, o estudo contribui para o fortalecimento de um campo de investigação que busca integrar fundamentos epistemológicos, acessibilidade pedagógica e especificidades do ensino de Química.

Como desdobramentos, apontam-se a necessidade de pesquisas empíricas que investiguem como essa convergência se materializa em contextos concretos de ensino, seja na formação inicial e continuada de professores, na elaboração de materiais didáticos ou na organização curricular de cursos de Química. Tais investigações podem aprofundar a compreensão sobre os limites, as potencialidades e os desafios da implementação do DUA sustentado por fundamentos cognitivistas, ampliando o debate sobre inclusão para além de abordagens normativas ou prescritivas.

Em síntese, refletir sobre as relações entre epistemologia cognitivista e Desenho Universal para a Aprendizagem contribui para consolidar um projeto de educação química que reconhece os sujeitos em sua pluralidade, respeita seus modos próprios de conhecer e se compromete com a criação de ambientes de aprendizagem que não apenas transmitam conteúdos, mas possibilitem experiências efetivas de construção do conhecimento científico.

7. REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva.** Lisboa: Plátano, 2003.

BRASIL. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva.** Brasília: MEC/SEESP, 2008.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular:** Educação Básica. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 26 nov. 2025

CAST. Universal Design for Learning: Guidelines Version 2.2 [graphic organizer]. Wakefield, MA: CAST, 2018. Disponível em: <http://udlguidelines.cast.org> SCIRP+2udlguidelines.cast.org+2. Acesso em: 26 nov. 2025

CAST. Universal Design for Learning: Guidelines Version 3.0. Wakefield, MA: CAST, 2024. Disponível em: <https://udlguidelines.cast.org/>. Acesso em: 11 nov. 2025

JOHNSTONE, Alex. The Development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**, v.1, n. 70, p. 701-704, 1993. Disponível em: https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed070p701?ref=article_openPDF. Acesso em: 15 nov. 2025

PEREIRA, Samara de Oliveira; MARTINS, Claudete da Silva Lima. Os princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem e a quebra de barreiras ao ensino de Química. **Quaestio - Revista de Estudos em Educação**, Sorocaba, SP, v. 26, p. e024042, 2024. DOI: 10.22483/2177-5796.2024v26id5219. Disponível em: <https://periodicos.uniso.br/quaestio/article/view/5219>. Acesso em: 17 nov. 2025.

PEREIRA, Samara de Oliveira. **O ensino de química na perspectiva da educação inclusiva: os princípios do desenho universal para a aprendizagem em práticas com experimentação.** 207 f.: il. 2023. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ensino) – Universidade Federal do Pampa, Campus Bagé, Bagé, 2023. Disponível em: <https://dspace.unipampa.edu.br/handle/riu/8202>. Acesso em: 11 nov. 2025

PIAGET, Jean. **A equilibração das estruturas cognitivas: problema central do desenvolvimento.** Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

POZO, Juan Ignacio. **A aprendizagem e o ensino de Ciências:** do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Porto Alegre: Artmed, 2002.

ROSE, David; MEYER, Anne. **Teaching Every Student in the Digital Age: Universal Design for Learning.** Alexandria, VA: ASCD, 2002.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta; ROMANELLI, Lilavate Izapovitz. **A proposta curricular de Química [...] Química Nova online**, v. 23, n.2, 2000. Disponível em:[http://submission.quimicanova.sbj.org.br/qn/qnol/2000/vol23n2/V23_n2_\(21\).pdf](http://submission.quimicanova.sbj.org.br/qn/qnol/2000/vol23n2/V23_n2_(21).pdf). Acesso em: 26 nov. 2025

ZANON, Lenir Basso; MALDANER, Otavio Aloisio. **Fundamentos e propostas de ensino de Química para a educação básica no Brasil.** Ijuí: Unijuí, 2019.

Submissão: 17/01/2026

Aceito: 17/02/2026