2º SEMINÁRIO INTERNACIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
de 20 a 22 de agosto de 2025
E-book
DOI: https://doi.org/10.48195/siecm2025.29405
ISBN: 978-65-5852-467-0
Unindo Fronteiras: Ciência, Tecnologia e Inovação no Ensino de Ciências e Matemática

CAMINHOS COGNITIVOS E O USO DE QUEBRA-CABEÇAS PEDAGÓGICOS: A RECOMPOSIÇÃO DA APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS NA EJA COM RECURSOS DA IA

Marco Antonio Rodrigues Vasconcelos[1]
Fabiane Fischer Figueiredo[2]

Ensino e Aprendizagem na Educação em Ciências, Educação Matemática e Tecnologias Educativas

Resumo

Este artigo apresenta uma proposta metodológica para a recomposição da aprendizagem em Ciências, com foco nos conceitos de matéria e energia, em turmas da Educação de Jovens e Adultos (EJA) do Ensino Fundamental. A proposta articula os princípios da aprendizagem significativa de David Ausubel, o Construcionismo de Seymour Papert e os pilares do Pensamento Computacional, utilizando atividades com quebra-cabeças pedagógicos e o ChatGPT como recurso mediador no processo de ensino-aprendizagem. A metodologia baseia-se na aprendizagem cooperativa e valoriza os saberes prévios dos alunos, promovendo um ambiente de aprendizagem ativo, contextualizado e cooperativo. A proposta foi fundamentada em diagnósticos prévios aplicados aos alunos e será apresentada como alternativa didática criativa e acessível, alinhada à BNCC e às necessidades formativas do público da EJA. Os resultados indicam potencial para favorecer a construção conceitual e o desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa. Construcionismo. Pensamento Computacional. EJA. ChatGPT.

INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta uma proposta metodológica que alia teorias contemporâneas da educação, recursos de inteligência artificial e práticas cooperativas no processo de recomposição da aprendizagem em Ciências, no contexto da Educação de Jovens e Adultos (EJA), no Ensino Fundamental.

O tema central gira em torno do uso de quebra-cabeças pedagógicos mediados por IA (ChatGPT), como estratégia para promover a aprendizagem significativa dos conceitos de matéria e energia.

Essa proposta surge como resposta aos desafios enfrentados por estudantes historicamente marginalizados, cujas trajetórias educacionais foram marcadas por descontinuidades e exclusão epistemológica.

Segundo Ausubel et al. (1983), de todos os fatores que influenciam a aprendizagem, o mais importante é o que o aluno já sabe. Essa perspectiva orienta a necessidade de articular o novo conhecimento à estrutura cognitiva já existente, tornando a aprendizagem mais efetiva e duradoura.

Papert (1994) complementa ao afirmar que o conhecimento se torna significativo quando é construído ativamente, por meio de ambientes ricos e desafiadores.

Nesse sentido, Paulo Freire (1967) já alertava que “pensávamos numa alfabetização direta e realmente ligada à democratização...”, reafirmando a urgência de propostas pedagógicas que articulem o conteúdo escolar às vivências concretas dos educandos, como propomos com os quebra-cabeças pedagógicos mediados por IA valorizando as experiências prévias e promovendo a autoria e a construção ativa do conhecimento.

Essas abordagens convergem para a necessidade de metodologias que respeitem os saberes prévios e potencializem o protagonismo discente, em uma perspectiva crítica e dialógica.

O uso da IA generativa no ensino de Ciências Naturais, especialmente no contexto da EJA, ainda é incipiente, mas oferece potencial para apoiar mediações pedagógicas significativas, desde que orientadas por intencionalidade didática e sensibilidade à realidade dos sujeitos envolvidos.

Neste trabalho, o ChatGPT é concebido como um “objeto para pensar com”, nos termos de Papert, mediando a resolução de problemas, a formulação de hipóteses e a validação de conceitos científicos explorados nos quebra-cabeças pedagógicos.

A investigação em andamento é de natureza qualitativa, com abordagem de pesquisa-ação, realizada entre os meses de março e junho de 2025, em uma escola municipal da cidade de Fortaleza. Participam da pesquisa 27 alunos da EJA - Ensino Fundamental, organizados em grupos cooperativos.

Foram aplicados instrumentos diagnósticos, atividades com quebra-cabeças temáticos e momentos de avaliação formativa com mediação do ChatGPT. As atividades envolvem revezamento entre os grupos, levantamento de hipóteses, buscas dialogadas com a IA e reconstrução coletiva dos conceitos científicos.

O objetivo geral do trabalho é verificar se a integração entre o pensamento computacional, o uso de IA generativa (ChatGPT), os fundamentos do Construcionismo e a aprendizagem significativa promove a recomposição conceitual dos alunos da EJA em Ciências Naturais, especialmente sobre matéria e energia. A questão norteadora que guia a pesquisa é: como essas abordagens integradas podem impactar a construção de saberes científicos em uma população historicamente marginalizada no contexto escolar?

Neste artigo, apresentamos a proposta didática, a fundamentação teórica e o recorte metodológico da experiência desenvolvida, destacando as potencialidades e os desafios do uso da inteligência artificial como ferramenta pedagógica no processo de recomposição da aprendizagem em Ciências, na EJA.

Espera-se contribuir para o debate sobre inovação pedagógica e equidade no ensino de Ciências, a partir de práticas contextualizadas e teoricamente fundamentadas.

REFERENCIAL TEÓRICO

A compreensão dos mecanismos que favorecem a aprendizagem duradoura tem sido uma das preocupações centrais da psicologia educacional.

Entre os diversos modelos teóricos que se propõem a explicar como o conhecimento é incorporado de forma significativa à estrutura mental dos aprendizes, destaca-se a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

Esta abordagem valoriza o papel ativo do sujeito no processo de construção do conhecimento, ressaltando que a qualidade da aprendizagem depende diretamente da integração substantiva entre os novos conteúdos e os conhecimentos prévios do aluno.

Que segundo Ausubel et al. (1983, trad., p.151), se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, enunciaria este: de todos os fatores que influenciam a aprendizagem, o mais importante é o que o aluno já sabe. Descubra isso e ensine de acordo.

Esta afirmativa enfatiza a importância dos conhecimentos prévios do aluno, que valoriza sua individualidade e a importância de adaptar o ensino às suas necessidades e contextos específicos, que são determinantes para fortalecer a base sobre a qual novas aprendizagens devem ser construídas.

Portanto, ensinar de acordo com o que os alunos já sabem não apenas facilita a compreensão, mas também torna o processo de aprendizagem mais significativo e engajador, alinhando-se com abordagens construtivistas e construcionistas na educação.

Para compreender a essência da proposta ausubeliano, é necessário reconhecer que nem todo processo de aprendizagem conduz à compreensão profunda ou à retenção duradoura.

Ausubel distingue dois modos fundamentais de aprender: um baseado na simples memorização, e outro, na construção ativa e relacional do conhecimento. Essa diferenciação estabelece o alicerce para compreender o que ele denomina de aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa.

Ausubel et. al. (1983, trad., p.48) afirma que, a essência do processo de aprendizagem significativa reside no fato de que ideias expressas simbolicamente são relacionadas de forma não arbitrária e substantiva (não literal) com o que o aluno já sabe.

A aprendizagem significativa ocorre quando há ancoragem do novo conhecimento a conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aluno, promovendo compreensão e retenção duradoura.

Portanto, conforme Ausubel, a aprendizagem torna-se significativa quando o novo conteúdo é relacionado de maneira substantiva e não arbitrária à estrutura cognitiva pré-existente do aluno.

Já a aprendizagem mecânica se caracteriza pela memorização arbitrária e descontextualizada, sem conexão com o que já se sabe.

Ausubel, conforme citado por Moreira (2006, p. 16),

> Aprendizagem mecânica (ou automática) como sendo aquela em que as novas informações são aprendidas praticamente sem interagirem com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, sem ligarem-se a conceitos subsunçores específicos. A nova informação é armazenada de maneira arbitrária e literal, não interagindo com aquela já existente na estrutura cognitiva e pouco ou nada contribuindo para sua elaboração e diferenciação.

Na EJA, muitos alunos vêm de experiências educacionais pautadas na repetição e na fragmentação de conteúdos, o que exige do professor uma abordagem que favoreça a construção de sentido.

Conforme Ausubel et al. (1983, trad., p.157),

> A principal estratégia para a manipulação deliberada da estrutura cognitiva, assim como para melhorar a facilitação proativa e reduzir ao mínimo a interferência proativa, envolve o uso de materiais introdutórios (organizadores) apropriadamente pertinentes e inclusivos que sejam, ao mesmo tempo, tão claros e estáveis quanto possível.

Na teoria de Ausubel, o papel do professor é de mediador ativo, responsável por planejar experiências de ensino que permitam o ancoramento dos novos conhecimentos à estrutura cognitiva dos alunos.

Para isso, exige, especialmente na EJA, sensibilidade para investigar os saberes prévios e organizar o conteúdo de forma lógica, gradual e conectada ao contexto vivido, possibilitando que o aluno atribua sentido ao que aprende.

É necessário então, identificar os conhecimentos prévios e propor atividades que possibilitem a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora dos conceitos.

Podemos aferir ainda, em concordância com Ausubel, que a mente humana é essencialmente conservadora, no sentido de buscar preservar, organizar e integrar novas informações à estrutura de conhecimentos já existente.

Indicativo de que a aprendizagem só será significativa quando o novo conteúdo conseguir ancorar-se de maneira substancial aos conhecimentos prévios do aluno.

Essa concepção atribui um papel central à estrutura cognitiva na assimilação de novos conceitos e na reorganização dos saberes anteriores, exigindo do professor práticas que provoquem o confronto entre ideias novas e as concepções já estabelecidas.

No contexto da EJA, isso implica reconhecer e valorizar os saberes informais dos alunos como ponto de partida para a construção do conhecimento científico, conforme já tínhamos afirmado.

Para tal, no centro da teoria da aprendizagem significativa está o conceito de estrutura cognitiva, compreendida como o conjunto organizado e hierarquizado de conhecimentos que o aluno já possui.

É essa estrutura que fornece os “pontos de ancoragem” para a assimilação de novas informações, funcionando como base para a construção de significados duradouros. Por isso, compreender e mobilizar essa estrutura é condição essencial para que o processo de ensino seja verdadeiramente significativo.

Segundo Ausubel et al. (1983, trad., p.152), o que mais contribui para facilitar a aprendizagem e a retenção de novos conhecimentos é o fortalecimento dos aspectos essenciais da estrutura cognitiva.

Isto posto, o conhecimento prévio do aluno, é parte essencial da estrutura cognitiva do aluno e atua como ponto de partida para a aprendizagem significativa.

Para tanto, é essencial considerar esses conhecimentos e fornecer organizadores prévios, facilitando a ancoragem do novo conhecimento.

De acordo com Ausubel et al. (1983, trad., p.157),

> Os organizadores prévios contribuem para que o aluno reconheça que os elementos dos novos materiais de aprendizagem podem ser aprendidos de forma significativa ao relacioná-los com os aspectos especificamente pertinentes da estrutura cognitiva existente.

Ao propor o uso de organizadores prévios como estratégia para facilitar a aprendizagem significativa, que devem anteceder a apresentação dos conteúdos propriamente ditos, cuja função é ativar os conhecimentos prévios ou de criar estruturas cognitivas iniciais quando esses conhecimentos não estão disponíveis, ajudam a mobilizar seus saberes informais estabelecendo conexões com os novos conteúdos científicos.

Além do uso dos organizadores prévios, Ausubel propôs também um conjunto de princípios programáticos facilitadores que orientam a construção de uma prática pedagógica significativa.

Conforme a teoria da assimilação da aprendizagem apresentada por Ausubel et al. (1983, trad., p.117), a maior parte da aprendizagem significativa que ocorre poderia ser caracterizada como a intervenção de uma diferenciação progressiva de conceitos ou proposições.

A diferenciação progressiva recomenda iniciar o ensino pelos conceitos mais gerais e inclusivos, antes de detalhar informações mais específicas.

Já a reconciliação integradora visa reorganizar e ampliar os conhecimentos já existentes, integrando-os a novos conteúdos.

A essa reorganização e ampliação dos conhecimentos existentes na estrutura cognitiva, Ausubel et al. (1983, trad., p.118), denomina reconciliação integradora.

Consoante a Ausubel, a reconciliação integradora, refere-se ao processo de integrar novos conceitos com os conceitos existentes, resolvendo possíveis conflitos e contradições que ajudará a criar uma estrutura cognitiva mais coesa e consistente.

Uma estrutura cognitiva mais coesa e consistente requererá uma organização sequencial a partir de uma apresentação lógica e gradual dos conteúdos, respeitando a complexidade e o nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos.

Considerando a reconciliação integradora e a teoria da assimilação, processos interdependentes que, juntos, sustentam a aprendizagem significativa, promovem tanto a incorporação de novos conteúdos quanto a reorganização dos conhecimentos prévios.

Ausubel et. al. (1983, trad., p.70) faz a seguinte afirmação, A teoria da assimilação pertence à família das teorias cognitivas da aprendizagem que rejeitam o dogma behaviorista de que não se deve especular sobre os mecanismos internos da mente.

Sendo assim, a assimilação ocorre quando o novo conteúdo é incorporado de maneira estável à estrutura cognitiva existente.

Ambas operam em conjunto na construção ativa do conhecimento e são facilitadas por abordagens que provocam o conflito cognitivo produtivo — como os quebra-cabeças pedagógicos — e pelo uso de recursos, tais como o ChatGPT, que mediam o raciocínio e promovem reorganizações conceituais profundas.

Consequentemente, a assimilação de conceitos caracteriza-se pela aprendizagem de novos significados conceituais apresentados como definições ou implícitos no contexto.

Finalizando, compreendemos que a aprendizagem significativa fornece os fundamentos para entender como o novo conhecimento pode ser incorporado de forma substancial à estrutura cognitiva dos alunos.

No entanto, para ampliar esse entendimento, sobretudo no contexto da EJA, é necessário considerar abordagens que envolvam o aluno de maneira mais ativa e autoral na construção do próprio saber.

Essa concepção se fortalece na perspectiva construcionista, pois defende que o conhecimento se consolida quando o sujeito interage, cria e ressignifica conceitos por meio da ação concreta. Como observa Papert (2020, p. 63), “o escândalo da educação é que toda vez que você ensina algo, priva a criança do prazer e dos benefícios da descoberta”, ressaltando que o protagonismo e a autoria são essenciais para que a aprendizagem ganhe sentido pessoal e social.

O Construcionismo, embora não se configure como uma teoria psicológica nos moldes da Aprendizagem Significativa de Ausubel, apresenta-se como uma abordagem epistemológica e pedagógica com forte potencial teórico e metodológico para o campo educacional.

Papert (1994, p.125), afirma que o Construcionismo é gerado sobre a suposição de que as crianças farão melhor descobrindo (“pescando”) por si mesmas o conhecimento específico de que precisam.

Inspirado no Construtivismo de Piaget, Seymour Papert propõe o Construcionismo como uma forma de aprender fazendo, em que a construção ativa do conhecimento está intimamente ligada à criação de produtos significativos.

Assim, se justifica o Construcionismo integrar esta proposta como eixo complementar à Aprendizagem Significativa, por meio de práticas que valorizam o protagonismo, a autoria e a experimentação.

Ainda, conforme Papert (1994, p.125),

> Evidentemente, além de conhecimento sobre pesca, é também necessário ter boas varas de pesca – motivo pelo qual precisamos de computadores – e saber a localização de águas férteis – motivo pelo qual precisamos desenvolver uma ampla gama de atividades mateticamente férteis ou “micromundos”.

A metáfora apresentada sugere que para que os alunos possam realmente se beneficiar de uma abordagem construcionista, não basta encorajá-los a descobrir o conhecimento por si mesmos; é crucial também fornecer os recursos adequadas e criar ambientes de aprendizagem ricos que desafiem e inspirem a exploração.

Nesse sentido, Papert (2020, p. 19) destaca que “ao programar o computador, a criança desenvolve não apenas domínio sobre a tecnologia, mas também uma nova forma de pensar e de refletir sobre o próprio pensamento”, o que evidencia o valor pedagógico do uso do pensamento computacional e das tecnologias digitais, como o ChatGPT, no contexto da EJA.

A combinação desses recursos e ambientes garante que a aprendizagem seja não apenas possível, mas também eficaz e envolvente.

Diferente do simples consumo de informações, o Construcionismo valoriza a criação como forma de expressão do pensamento e de elaboração do conhecimento.

Ela defende também que os aprendizes constroem o conhecimento mais profundamente quando estão engajados na resolução de problemas reais, manipulando ideias concretamente, testando hipóteses, corrigindo erros e refletindo sobre suas ações.

Conforme Papert (1994, p.162), o conhecimento vem para ser valorizado por ser útil, por ser um tipo que pode ser dividido com os outros e por combinar com o estilo pessoal do indivíduo.

No contexto da EJA, essa perspectiva adquire valor especial, pois muitos alunos encontram sentido e motivação ao relacionar os conceitos científicos com experiências práticas e com a resolução de situações significativas em suas vidas.

A proposta dos quebra-cabeças pedagógicos se insere nesse marco, ao permitir que os alunos reconstruam conceitos a partir de peças que representam fragmentos de ideias, favorecendo o raciocínio, a troca de saberes e a aprendizagem colaborativa.

Ele também destaca que a abordagem construcionista no ensino foca em maximizar a aprendizagem dos alunos através de um ensino minimamente invasivo.

Papert (1994, p.125) afirma que, a atitude construcionista no ensino não é, em absoluto, dispensável por ser minimalista – a meta é ensinar de forma a produzir a maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino.

Essa abordagem prioriza a autonomia do aluno e a construção ativa do conhecimento, em vez de uma transferência passiva de informações.

No contexto educativo, isso significa criar ambientes e oportunidades onde os alunos possam explorar, experimentar e descobrir por si mesmos, com o professor como um mediador do processo de aprendizagem.

Assim, o Construcionismo oferece uma base sólida para a construção de ambientes de aprendizagem dinâmicos, onde o fazer, o pensar e o refletir caminham juntos.

Nesse contexto, o desenvolvimento do Pensamento Computacional surge como estratégia complementar para potencializar a autoria e a resolução de problemas, promovendo uma aprendizagem mais profunda, interativa e alinhada às necessidades dos alunos da EJA.

É neste horizonte que se insere a próxima seção.

METODOLOGIA

A proposta metodológica desenvolvida junto à turma da EJA fundamenta-se na aprendizagem cooperativa com o uso de quebra-cabeças pedagógicos, distribuídos em grupos de três estudantes, cada qual com papéis definidos: coordenador, guardião do tempo e do silêncio, e redator.

A atividade é organizada em etapas, com tempos previamente estipulados, e busca promover a construção ativa e significativa do conhecimento a partir da interação entre os sujeitos e o material didático.

Inicialmente, cada grupo recebe um quebra-cabeça relacionado a um tipo ou forma de energia, contendo pistas sobre três dimensões principais: contexto histórico, explicação científica e impactos ambientais e sociais. Caso haja dificuldades na montagem, uma folha de apoio com a imagem do quebra-cabeça montado é disponibilizada, funcionando como andaime pedagógico (scaffolding), conforme os princípios ausubeliano.

A dinâmica inclui uma fase de rotação entre grupos: dois membros de cada grupo base se deslocam para formar novos grupos temporários, onde compartilham os conceitos aprendidos com os colegas. O coordenador permanece no grupo base e recepciona os colegas visitantes, promovendo uma integração conceitual entre os diferentes temas explorados.

Ao final da atividade, os grupos retornam à sua formação original e produzem uma síntese coletiva apresentada oralmente à turma. Essa etapa promove metacognição e estimula a

linguagem científica. O redator do grupo se responsabiliza por relatar as aprendizagens, as dificuldades superadas e os contextos de aplicação dos conhecimentos construídos.

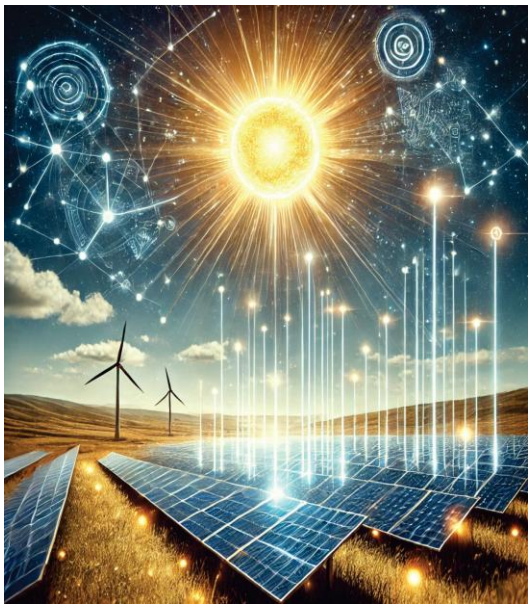
A atividade é avaliada por meio de um questionário coletivo com escala Likert e questões abertas, permitindo identificar percepções sobre o engajamento, a compreensão conceitual, a colaboração entre os membros e a relação com saberes prévios.

Os dados desse instrumento são analisados com base na matriz SWOT, evidenciando forças (ex. cooperação e sentido do aprendizado), fraquezas (ex. dificuldades de leitura ou baixa participação), oportunidades (ex. uso do ChatGPT, ampliação da atividade com novos quebra-cabeças) e ameaças (ex. absenteísmo, limitações de tempo ou infraestrutura).

Por fim, são propostas ampliações futuras como: inserção de momentos de metacognição escritos, elaboração de novos quebra-cabeças pelos próprios alunos, uso do ChatGPT como ferramenta de investigação conceitual e produção de mapas conceituais após a atividade, fortalecendo o processo de reconciliação integradora conforme Ausubel.

Assim, a metodologia adota uma postura alinhada ao Construcionismo e ao Pensamento Computacional, promovendo uma experiência de aprendizagem significativa, participativa e autoral.

Apresentamos abaixo quatro figuras dos exemplos de tipos e ou formas de energia que foram confeccionados como quebra-cabeças.



Energia Solar



Energia Hidráulica



Energia Potencial Elástica



Energia Eólica

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência aqui relatada revela o potencial transformador da articulação entre teorias da aprendizagem, recursos tecnológicos e práticas cooperativas no contexto da EJA.

Ao mobilizar os saberes prévios dos estudantes por meio de atividades significativas, como os quebra-cabeças pedagógicos, foi possível observar não apenas avanços conceituais sobre matéria e energia, mas também o fortalecimento das habilidades de cooperação, comunicação e autonomia.

O uso do ChatGPT como recurso de apoio à investigação e ao raciocínio conceitual demonstrou ser uma mediação poderosa, especialmente quando alinhado ao Construcionismo e à Aprendizagem Significativa.

O ambiente criado favoreceu o protagonismo estudantil e respeitou o ritmo e a experiência dos sujeitos da EJA, promovendo um processo de aprendizagem mais humano, ativo e integrado.

Os resultados obtidos sugerem que a integração entre tecnologias educacionais e abordagens pedagógicas construtivas pode ser um caminho eficaz para a recomposição da aprendizagem em Ciências, com potencial de impacto tanto acadêmico quanto social. No entanto, é fundamental que haja formação docente continuada, condições estruturais

adequadas e apoio institucional para garantir a sustentabilidade e expansão de iniciativas dessa natureza.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Psicología Educativa: un punto de vista cognoscitivo**. Trillas. 2ª Edicion. México. 1983.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. Paz & Terra. 55ª Edição. Rio de Janeiro – RJ. 2023.

MOREIRA, Marco Antonio. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação sem sala de aula**. Brasília. Editora Universidade de Brasília. 2006.

PAPERT, Seymour, **A máquina da crianças: repensando a escola na era da Informática**. Porto Alegre – RS. 1994.

PAPERT, Seymour, **Mindstorms - children, computers, and powerful ideas**. Revised edition. 2020. Basic Books.