



FLEX-AS: ESTRATÉGIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS NAS PERSPECTIVAS DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E FLEXIBILIDADE COGNITIVA

FLEX-AS: teaching strategy for science education from the perspectives of Meaningful Learning and Cognitive Flexibility

José Antônio Bezerra de Oliveira [j.antoniobezerra@gmail.com]

*Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática
Universidade Federal de Pernambuco*

Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife - PE, 50670-901, Brasil

Patrícia Smith Cavalcanti [patricia.cavalcante@ufpe.br]

*Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica
Universidade Federal de Pernambuco*

Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife - PE, 50670-901, Brasil

Kátia Aparecida da Silva Aquino [aquino@ufpe.br]

*Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências Ambientais
Universidade Federal de Pernambuco*

Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife - PE, 50670-901, Brasil

Resumo

Este estudo representa o recorte de uma pesquisa mais ampla que teve como objetivo identificar aproximações entre a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), sua perspectiva crítica (ASC) e a Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC), e a partir desse diálogo idealizar uma estratégia didática para o ensino de ciências na educação básica que facilite a promoção de aprendizagens significativas e críticas. A análise dos princípios das teorias permitiu identificar cinco pontos de convergência ou descritores, sendo eles: Ênfase na Construção do Conhecimento, Relevância do Conhecimento Prévio, Enfoque na Compreensão Profunda, Aprendizagem Contextualizada e Progressividade da Aprendizagem. Esses descritores foram utilizados para o desenvolvimento de uma estratégia didática para ser utilizada no ensino de ciências. A estratégia desenvolvida foi intitulada FLEX-AS e é composta por quatro etapas: Planejamento, Ambientação, Vivência e Avaliação. Cada uma dessas etapas foi detalhada e fundamentada teórico-metodologicamente. As reflexões acerca da elaboração da FLEX-AS demonstraram a coerência conceitual da integração das teorias que embasam a estratégia, em um nível menos teórico e mais funcional para os docentes.

Palavras-Chave: Aprendizagem Significativa Crítica; Estratégia de Ensino; Educação em Ciências.

Abstract

This study is a segment of a broader research project aimed at identifying connections between the Theory of Meaningful Learning (TML), its critical perspective (CML), and the Theory of Cognitive Flexibility (TCF). Based on this dialogue, the study sought to design a didactic strategy for science teaching in basic education to facilitate the promotion of meaningful and critical learning. Analyzing the principles of these theories led to the identification of five points of convergence, or descriptors, namely: Emphasis on Knowledge Construction, Relevance of Prior Knowledge, Focus on Deep Understanding, Contextualized Learning, and Learning Progressivity. These descriptors guided the development of a didactic strategy for science teaching. The strategy, titled FLEX-AS, consists of four stages: Planning, Preparation, Experience, and Evaluation. Each stage is detailed and theoretically and methodologically grounded. Reflections on the creation of FLEX-AS demonstrated the conceptual coherence of integrating the underlying theories into a less theoretical and more practical framework for educators.

Keywords: Critical Meaningful Learning; Teaching Strategy; Science Education.

INTRODUÇÃO

Se tratando do processo de aprendizagem, é um objetivo desejado na área da educação que a formação dos indivíduos na escola possibilite a ampliação da compreensão que eles possuem do mundo onde vivem. Especificamente, o aprendizado das ciências não é apenas um acúmulo de fenômenos, processos e fórmulas, mas uma jornada para a compreensão do mundo que nos cerca e para o desenvolvimento de habilidades críticas. Em um cenário educacional em que muitas vezes os estudantes são meramente preparados para testes, o que pode ter o desenvolvimento de suas habilidades críticas e reflexivas preterido, percebemos uma lacuna entre o conteúdo ensinado e a verdadeira compreensão alcançada (Moreira, 2022). Diante disso, o papel do professor torna-se desafiador perante a falta de motivação e compreensão por parte dos estudantes, evidenciando a necessidade de uma abordagem mais significativa e flexível no ensino de ciências.

Nesta direção, a falta de contextualização com o cotidiano e inflexibilidade do currículo, baseados em memorização e aplicação mecânica de conceitos, dificulta que os estudantes transfiram conhecimentos para contextos novos e complexos (Moreira, 2022; Oliveira, 2023), algo que vai na contramão do que se propõe no Brasil como aprendizagens essenciais da Educação Básica (MEC, 2018). Nesse panorama, surge a necessidade de uma abordagem com estratégias didáticas que promovam uma aprendizagem mais significativa, crítica e contextualizada. Aqui compreende-se como estratégia didática um conjunto dinâmico de atividades integrada com recursos didáticos que o professor emprega e medeia para subsidiar o desenvolvimento de aprendizagens nos estudantes (Silva & Amaral, 2017).

Diante do contexto supracitado, duas teorias-chave podem ser observadas ao se refletir sobre abordagens de ensino-aprendizagem mais construtivistas: a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) (Ausubel, 1963, 2003), e a Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC) (Spiro, Vispoel, Schmitz, Samarapungavan, & Boerger, 1987). Enquanto a TAS destaca a importância da integração do novo conhecimento com as estruturas cognitivas prévias dos estudantes para uma aprendizagem significativa, a TFC enfatiza a necessidade de flexibilidade na aplicação desse conhecimento em diferentes situações e contextos. Ambas as teorias oferecem perspectivas complementares sobre como promover uma aprendizagem mais eficaz, profunda e duradoura (Oliveira, 2023).

Ao reconhecer as convergências entre a TAS e a TFC, torna-se possível desenvolver estratégias didáticas mais eficazes. Essas estratégias devem capacitar os estudantes não apenas a construir conhecimento, mas também a aplicá-lo de maneira crítica e reflexiva. A integração dessas abordagens teóricas pode enriquecer significativamente o processo de ensino e aprendizagem, tendo potencial de preparar os estudantes para enfrentar os desafios complexos e interdisciplinares do mundo atual (Oliveira, Silva, & Aquino, 2017; Oliveira, 2023). A partir das observações e reflexões supracitadas, deflagraram-se as seguintes questões: Quais os pontos convergentes entre a Teoria da Aprendizagem Significativa, sua perspectiva Crítica e a Teoria da Flexibilidade Cognitiva? E como esses pontos podem ser ordenados para elaboração de uma estratégia didática que facilite o desenvolvimento de aprendizagens significativas e críticas em ciências?

Sob essa ótica, o presente estudo teve como objetivo identificar aproximações entre a TAS, a ASC e a TFC, e a partir desse diálogo idealizar uma estratégia didática para o ensino de ciências na educação básica que facilite a promoção de aprendizagens significativas e críticas. Essa estratégia buscará estar alinhada com as demandas contemporâneas por uma educação de qualidade, conforme metas o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 4: Educação de Qualidade.

REFERENCIAL TEÓRICO

Teoria da Aprendizagem Significativa e sua perspectiva Crítica

David Ausubel, psiquiatra americano filho de judeus imigrantes, desenvolveu a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) baseando-se em observações e reflexões ao longo de sua trajetória. Seu interesse em compreender o processo de aprendizagem foi impulsionado pelas dificuldades que enfrentou nas escolas norte-americanas, onde as condições necessárias para uma aprendizagem substantiva eram praticamente inexistentes (Masini, 2011). Suas experiências profissionais e estudos em Psicologia do Desenvolvimento o sensibilizaram para a importância da individualidade no processo de aquisição de significados, reconhecendo o valor da idiosincrasia de cada aprendiz (Ausubel, 2003; Masini, 2011).

A TAS propõe que a aprendizagem significativa ocorre através de um processo de interação cognitiva entre novos conceitos e conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, conhecidos como subsunçores (Ausubel, 2003). Segundo o mesmo autor, essa interação é substantiva, ou seja, a assimilação dos novos conceitos não é literal, e não-arbitrária, ocorrendo com subsunçores específicos e relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz. A estrutura cognitiva é entendida como um conjunto total e articulado de conhecimentos, organizado de forma hierárquica e singular para cada indivíduo (Moreira, 2012a). Os subsunçores podem ser ideias, concepções, símbolos, representações mentais ou proposições, e esses conhecimentos pré-existentes são a variável mais importante para a promoção de uma aprendizagem significativa (Ausubel, 2003). Além disso, o professor deve estar aberto às expectativas, objetos incorporados na vida e condições existenciais dos alunos, não se limitando ao aspecto intelectual (Agra *et al.*, 2019).

A TAS indica a aprendizagem mecânica (AM) e a aprendizagem significativa (AS) e como extremos de um *continuum* entre a apreensão literal e arbitrária (AM) e a incorporação substantiva e compreensiva (AS), não sendo, portanto, dicotômicas. A AM é caracterizada pela memorização de definições e conceitos de forma desconexa e arbitrária, sem ancoragem em subsunçores (Ausubel, 2003). Aprendizagens inicialmente mecânicas podem evoluir para aprendizagens significativas conforme o aluno começa a relacionar novos conhecimentos a subsunçores relevantes (Moreira, 2021a). Além disso, a predisposição do estudante para aprender é fundamental para a consolidação de uma aprendizagem significativa. Ausubel (2003) enfatiza que o aprendiz deve estar disposto a relacionar de maneira não-arbitrária e não-litera os significados dos materiais educativos com sua estrutura cognitiva. A estrutura cognitiva é dinâmica, e a aprendizagem significativa é progressiva, com conhecimentos novos interagindo com os já existentes.

Para que a AS ocorra, dois principais processos cognitivos são necessários: a diferenciação progressiva (DP) e a reconciliação integrativa (RI) (Ausubel, 2003). Na DP, novos conhecimentos são ancorados em subsunçores gerais e inclusivos, que, por sua vez, são refinados e diferenciados para incorporar conceitos mais específicos. Esse processo contínuo enriquece a estrutura cognitiva, prevenindo a compartimentalização do conhecimento. Simultaneamente, a RI reorganiza significados, elimina incoerências e integra novos conceitos com os existentes, promovendo uma estrutura cognitiva coerente e conectada (Moreira, 2012b).

Em contraste a um ensino puramente mecânico, voltado para testes e exames, acrítico e focado na memorização de conceitos para aplicação em situações conhecidas, Moreira, no início dos anos 2000, desenvolveu a Aprendizagem Significativa Crítica (ASC), uma perspectiva crítica da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS). Segundo Moreira, a ASC permite ao indivíduo participar de sua cultura, ao mesmo tempo que se posiciona fora dela. Trata-se de uma perspectiva antropológica a qual permite que o indivíduo participe das atividades do grupo social, mas também reconheça quando a realidade diverge da compreensão coletiva (Moreira, 2005).

A ASC possibilita que o professor desenvolva ações didáticas que permitam aos estudantes integrar sua cultura sem serem dominados por ela e seus mitos, ritos e ideologias. Por meio da perspectiva crítica de Moreira, os estudantes podem enfrentar de forma construtiva as mudanças ao seu redor, gerenciar informações sem ficarem sobrecarregados pela sua abundância e velocidade, e utilizar tecnologias sem se tornarem dependentes delas (Moreira, 2005). A ASC capacita os estudantes a lidar com a relatividade, a incerteza, a não-causalidade, a não-dicotomização das diferenças, e a probabilidade, compreendendo que o conhecimento é uma construção humana que representa o mundo, mas não o percebe diretamente (Moreira, 2011; Moreira, 2005).

Para fomentar o desenvolvimento da ASC, Moreira (2005) propõe um conjunto de princípios facilitadores (Quadro 1) que, quando devidamente seguidos pelos professores, têm o potencial de transformar o evento educativo em uma experiência verdadeiramente significativa e crítica para os estudantes. Esses princípios são orientações práticas que oferecem suporte ao professor na criação de condições pedagógicas mais favoráveis à construção do conhecimento com significado psicológico e relevância crítica. Assim, a ASC não apenas preserva os elementos fundamentais e a estrutura conceitual estabelecida pela TAS, mas também amplia o foco, direcionando-se para a ação pedagógica efetiva e reflexiva. Tal abordagem é especialmente importante no contexto contemporâneo, onde o papel do docente se torna ainda mais crucial para preparar os estudantes a enfrentar os desafios de um mundo em constante transformação (Moreira, 2021a, 2021b).

Não se pode ignorar que, sem um currículo e um contexto (social e escolar) que permitam a aplicação dos princípios facilitadores da ASC, e sem uma avaliação alinhada com esses princípios, grande parte do que é proposto dificilmente será colocado em prática, resultando em uma aprendizagem que pode continuar sendo mecânica. Em alguns casos, a aprendizagem pode ser significativa, mas nunca crítica no sentido

antropológico aqui discutido (Moreira, 2005). Nesse sentido, a TAS e a ASC fornecem uma base teórica sólida para compreender o processo de aprendizagem. Elas destacam a importância do conhecimento prévio e da predisposição do aluno para a assimilação significativa de novos conhecimentos. A integração dos processos de DP e RI é crucial para construir uma estrutura cognitiva rica e coerente, capaz de fomentar nos estudantes o enfrentamento de desafios acadêmicos e sociais da atualidade (Oliveira, 2023).

Quadro 1 – Princípios facilitadores da Aprendizagem Significativa Crítica

Princípio	Descrição
Conhecimento Prévio	A aprendizagem significativa crítica ocorre quando novos conhecimentos se conectam de maneira não arbitrária e substantiva aos conhecimentos prévios do estudante, servindo estes como âncoras para a assimilação de novos conceitos.
Interação Social e Questionamento	A construção do conhecimento é potencializada pela interação social, onde o questionamento e o diálogo crítico entre professores e estudantes promovem a reflexão e a compreensão profunda dos conteúdos.
Não Centralidade do Livro-Texto	O livro-texto não deve ser a única fonte de informação; é fundamental diversificar os materiais educativos, incorporando diferentes recursos que enriqueçam o processo de ensino-aprendizagem.
Aprende como Perceptor/Representador	O estudante é visto como um sujeito ativo que percebe e representa o mundo a partir de suas experiências e conhecimentos prévios, sendo essencial considerar essas percepções na construção do saber.
Conhecimento como Linguagem	O conhecimento é mediado pela linguagem, que não é neutra; compreender a linguagem dos conteúdos é fundamental para a internalização e crítica dos saberes.
Consciência Semântica	Os significados são atribuídos pelas pessoas e não estão intrinsecamente nas palavras ou objetos; é crucial desenvolver a consciência de que os sentidos são construídos socialmente.
Aprendizagem pelo Erro	O erro é uma oportunidade de aprendizagem; ao identificar e corrigir equívocos, o aluno aprofunda sua compreensão e constrói conhecimento de forma significativa.
Desaprendizagem	Desaprender implica abandonar conceitos e estratégias que não são mais relevantes ou que impedem novas aprendizagens, permitindo a atualização e reconstrução do saber.
Incerteza do Conhecimento	O conhecimento é dinâmico e provisório; reconhecer sua incerteza estimula a investigação contínua e a abertura para novas interpretações e entendimentos.
Participação Ativa e Diversidade	A utilização de diversas estratégias de ensino e a participação ativa dos alunos são essenciais para evitar a monotonia e promover a construção crítica do conhecimento.
Abandono da Narrativa	A simples repetição do discurso do professor não promove a compreensão crítica; é necessário incentivar os alunos a expressarem e construírem seus próprios significados.

Fonte: Adaptado de Moreira (2005).

Teoria da Flexibilidade Cognitiva

Quando um indivíduo se depara com situações novas e/ou complexas em que é necessário que utilize seus conhecimentos, é exigida dele uma flexibilidade cognitiva, a fim de que ele seja capaz de transferir seus conhecimentos prévios para esse novo contexto, utilizando-os de maneira diferente (Vidmar, 2017). Posto isto, a Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC) é uma teoria de que vê a aprendizagem como um processo dinâmico de construção de conhecimentos avançados em domínios complexos e pouco estruturados, respondendo aos desafios desses contextos (Spiro & Jehng, 1990). Ressalta-se que todos os domínios que envolvem a transferência de conhecimento são naturalmente pouco estruturados (Spiro, Feltovich & Coulson, 1992).

É importante destacar que essa abordagem não se limita à aprendizagem de conceitos, mas visa um objetivo de aprendizagem mais amplo, em que o estudante entende o mundo de forma integrada, permitindo uma relação crítica e ativa com seu contexto (Vidmar, 2017). A aprendizagem que busca aplicar

conhecimentos em situações novas ou diversas não deve ser linear, literal, compartimentada e dependente de uma única perspectiva, como era inicialmente (Spiro & Jehng, 1990). Essa aprendizagem precisa de múltiplas representações, contextos, analogias e perspectivas de análise (Spiro et al., 1987). Para promover a flexibilidade do conhecimento, a TFC sugere uma abordagem baseada em estudos de caso, com esses sendo recortados em minicaseos que podem ser reestruturados de diferentes maneiras a partir de comentários temáticos realizados pelo professor. Essa atividade facilita a aplicação do conhecimento em diferentes contextos. Assim, a flexibilização do conhecimento pode ser consolidada através da desconstrução e reconstrução de casos (Spiro & Jehng, 1990).

Para a TFC o processo de aprendizagem varia conforme a fase em que os estudantes estão em relação a um determinado domínio de conhecimentos. Spiro, Coulson, Feltovich e Anderson (1988) identificam três níveis distintos de aprendizagem: iniciante, avançado e de especialização. No nível inicial, os estudantes aprendem conceitos básicos. No nível avançado, eles aplicam esses conhecimentos básicos para resolver problemas menos complexos e com pouca interação entre diferentes áreas do conhecimento. No nível de especialização, com base nas experiências acumuladas nos níveis anteriores, os estudantes tornam-se capazes de resolver situações mais complexas, demonstrando flexibilidade cognitiva (Carvalho, 2002).

Acredita-se que um ensino que prepare os estudantes para a flexibilidade cognitiva, por meio da transferência de seus conhecimentos construídos para novas situações cotidianas, cada vez mais complexas ou em contextos fictícios, configura-se como um processo significativo e crítico (Oliveira & Aquino, 2019; Oliveira, 2023). Isso porque a transferência de conhecimentos indica que a aprendizagem foi significativa (Ausubel, 2003). Além disso, quando o estudante aplica esse conhecimento para perceber e agir em seu contexto, transformando sua realidade, ele está desenvolvendo criticidade (Moreira, 2005). Essas reflexões permitem analisar as aproximações entre a TAS/ASC e a TFC, apoiando novas perspectivas de ensino-aprendizagem.

DELINEAMENTO METODOLÓGICO

A pesquisa classifica-se como teórica e de natureza aplicada, com o objetivo de produzir conhecimentos para resolver problemas concretos do mundo atual (Oliveira, 2023). Teoricamente, esse estudo adota uma abordagem analítica, envolvendo a análise e interpretação de dados e informações de teorias relevantes para compreender relações e padrões. Na natureza aplicada, esse estudo é do tipo desenvolvimento, com procedimentos destinados à criação de uma estratégia didática inovadora, baseada nas teorias analisadas e nas descobertas obtidas na fase de análise. Esta abordagem visa enriquecer a educação, oferecendo insights teóricos, contribuições analíticas e uma aplicação prática para promover a aprendizagem significativa e crítica.

O desenvolvimento da pesquisa ocorreu por meio de três movimentos metodológicos: o primeiro envolveu o estudo das teorias, o qual inicialmente foi realizada uma revisão abrangente da literatura sobre a TAS, ASC e TFC. Isso incluiu a leitura de obra-base, artigos acadêmicos, teses e outros textos relevantes de autores que exploraram essas teorias com profundidade. Foram analisados os princípios fundamentais, conceitos-chave e aplicações práticas das teorias.

O segundo movimento envolveu a identificação das premissas convergentes entre as teorias. Assim, fora realizada uma análise comparativa da TAS, ASC e TFC, e se buscou identificar convergências entre os princípios de cada teoria, a fim de evidenciar as intersecções entre as premissas da TAS, ASC e TFC. Esse processo auxiliou na criação de descritores para desenvolver uma nova estratégia didática, que será apresentada posteriormente.

O terceiro movimento consistiu na fundamentação da estratégia com base nos descritores definidos no segundo movimento metodológico. Esses descritores, derivados da análise das premissas convergentes entre as teorias estudadas, serviram como pilares para o desenvolvimento de uma estratégia didática inédita voltada para o ensino de Ciências na Educação Básica. Cada etapa da estratégia foi cuidadosamente planejada e fundamentada a partir desses descritores, garantindo sua coerência com os princípios da TAS, ASC e TFC. A estratégia foi intitulada FLEX-AS, nome que combina o radical da palavra "flexibilidade" com a abreviação da expressão "aprendizagem significativa".

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aproximações entre a Teoria da Aprendizagem Significativa (e Crítica) e a Teoria da Flexibilidade Cognitiva

Compreender a convergência entre as teorias supracitadas, a fim de promover o desenvolvimento de aprendizagens mais significativas e críticas no ensino de ciências na educação básica, é algo que se considera promissor (Oliveira, 2023). Assim, com base na interface realizada entre a TAS/ASC e a TFC pelos pesquisadores deste estudo, foram identificados os seguintes pontos de convergência (descritores):

Ênfase na Construção do Conhecimento: ambas teorias destacam a importância de os estudantes construir conhecimento de forma autônoma. Ausubel (2003) sublinha a necessidade de conectar novas informações ao conhecimento prévio dos estudantes, enquanto Spiro e Jehng (1990) destacam a necessidade de adaptar e flexibilizar a estrutura cognitiva para novos conhecimentos. Tanto a TAS/ASC quanto a TFC veem os estudantes como participantes ativos no processo de aprendizagem, não meros receptores passivos de informações.

Relevância do Conhecimento Prévio: tanto Ausubel e Moreira quanto Spiro reconhecem que o conhecimento prévio dos estudantes é crucial para o processo de aprendizagem (Spiro et al., 1987; Ausubel, 2003; Moreira, 2005). Na Teoria Ausubeliana, isso ocorre através da interação entre as novas informações e os conhecimentos pré-existentes na estrutura cognitiva dos estudantes (Ausubel, 2003; Moreira, 2005). Na TFC, há uma relação análoga, envolvendo a modificação e reestruturação de esquemas presentes na estrutura cognitiva (Spiro et al., 1987).

Enfoque na Compreensão Profunda: ambas as teorias priorizam a compreensão profunda em vez da simples memorização. Ausubel (2003) enfatiza a aprendizagem significativa, a qual o estudante relaciona novas concepções com seus conhecimentos prévios, ampliando, detalhando, elaborando e aprofundando esses conhecimentos, de forma mais ampla para mais detalhadas. Spiro incentiva a flexibilidade cognitiva, permitindo aos estudantes aplicar seu conhecimento de forma adaptativa em diferentes situações, adquirindo compreensões profundas sobre temas cada vez mais complexos (Spiro et al., 1987; Carvalho, 2000).

Aprendizagem Contextualizada: as teorias reconhecem a importância do contexto na aprendizagem. A TAS e a ASC argumentam que os conceitos trazidos pelo professor ou descobertos pelos próprios estudantes devem buscar interagir com seus subsunçores de forma não-arbitrária (Ausubel, 2003; Moreira, 2005). Na TFC, Spiro destaca que a adaptação do conhecimento ocorre quando ele é aplicado em diferentes contextos (Carvalho, 2000; Vidmar & Sauerwein, 2021)

Progressividade da Aprendizagem: a progressividade é essencial para uma aprendizagem eficaz em ambas as teorias. Na TAS, isso envolve a organização hierárquica do conteúdo, com conceitos mais amplos atuando como âncoras para a compreensão de conceitos mais específicos (Ausubel, 2003). Na TFC, a progressividade refere-se à capacidade dos estudantes de aplicar flexivelmente seu conhecimento em variados contextos, expandindo continuamente sua capacidade cognitiva para lidar com cenários cada vez mais complexos e desafiadores (Spiro, Feltovich & Coulson, 1992).

Ainda, para a TFC, o desenvolvimento da flexibilidade cognitiva requer múltiplas representações do conhecimento, facilitando sua transferência para novas situações. Os estudantes devem desenvolver suas próprias representações ao construir conhecimentos sobre uma temática (Spiro & Jehng, 1990; Carvalho, 2000). Para Ausubel (2003), as aprendizagens passadas influenciam uma nova aprendizagem significativa, pois afetam a estrutura cognitiva do indivíduo, facilitando a transferência de conhecimento devido às mudanças provocadas por eventos educativos potencialmente significativos.

Compreender descritores de convergência concebidos a partir da análise dessas teorias e focar em um objetivo buscado há anos – facilitar o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa nos estudantes – permite a articulação de estratégias de ensino mais eficazes para promover uma aprendizagem mais profunda (Oliveira, 2018). A seguir apresenta-se uma estratégia didática estruturada com base na observação dos descritores identificados, bem como os respectivos princípios que fundamentam cada ação didática proposta.

FLEX-AS: estratégia didática baseada nas perspectivas da Aprendizagem Significativa e Flexibilidade Cognitiva para o ensino de ciências na Educação Básica

A FLEX-AS é uma estratégia didática que integra elementos digitais e não digitais, composta por ações didáticas sequenciadas para facilitar o desenvolvimento de aprendizagens significativas e críticas nos estudantes, no contexto do ensino de Ciências na Educação Básica. Por meio da flexibilização do conhecimento pelo estudante, essa estratégia visa desenvolver autonomia, criticidade e outras habilidades importantes para seu desenvolvimento e atuação na sociedade.

A FLEX-AS é composta por quatro etapas principais: Planejamento, Ambientação, Vivência e Avaliação (Quadro 2). O *Planejamento*, etapa inicial da estratégia, consiste no momento em que o professor define o conteúdo curricular ou tema a ser abordado, estabelece os objetivos de aprendizagem desejados e identifica os aspectos declarativos e procedimentais relacionados. Essa fase é fundamental para organizar o ensino de forma estruturada, garantindo que as condições necessárias para promover a aprendizagem significativa sejam atendidas (Lemos, 2011).

Quadro 2 – Estruturação geral da FLEX-AS.

Momentos	Etapas	Caracterização
1. Planejamento	-	Definição do conteúdo curricular/tema e dos aspectos declarativos e procedimentais desse, além de determinar os objetivos de aprendizagem. Levantamento do conhecimento prévio do estudante.
2. Ambientação	-	Diálogo inicial do professor com os estudantes, indicando a importância de uma aprendizagem significativa, crítica e flexível do conteúdo/tema em questão.
3. Vivência	a) Apresentação	Apresentação do contexto (caso) do conteúdo/tema que será desenvolvido para o estudante.
	b) Desconstrução	O caso é decomposto pelo professor em seus respectivos recortes (minicaseos), em que são adicionados os referidos comentários temáticos para o estudante.
	c) Resolução	É apresentada uma situação-problema em menor nível de complexidade para que o estudante resolva de forma individual.
	d) Ideação	É apresentada de uma situação-problema de maior nível de complexidade para que o estudante resolva de forma coletiva.
	e) Criação	É apresentada uma questão cotidiana, devendo os estudantes, agrupados, elaborarem uma produção criativa para ela.
4. Avaliação	-	a) Avaliação por meio da análise de indícios de aprendizagem significativa ao longo da aplicação estratégia. b) Autoavaliação do estudante.

Fonte: (Oliveira, 2023).

É essencial realizar um levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes para aumentar as chances de ancoragem em subsunçores relevantes (Ausubel, 2003). Com base nesse levantamento, o professor pode seguir dois caminhos: (a) se os subsunçores forem adequados, procede-se para a etapa de Vivência da FLEX-AS; (b) se os subsunçores forem insuficientes ou incoerentes, utiliza-se um organizador prévio, como um texto introdutório, lista comparativa, simulação ou recursos digitais, para conectar os conhecimentos prévios mais gerais dos estudantes ao tema a ser abordado, facilitando o estabelecimento de conhecimentos mais adequados para a abordagem temática (Moreira, 2012b).

Antes de iniciar a abordagem com a FLEX-AS, os estudantes devem criar um instrumento aqui designado *Notas de Aprendizagem*, em que registrarão anotações, percepções, reflexões e construções ao longo da abordagem com a estratégia. Essas notas, que podem ser apontadas em cadernos, blocos de notas ou recursos digitais, serão um espaço para os estudantes registrarem as resoluções das atividades propostas. Posteriormente serão pelo professor para avaliar a aprendizagem em curso. As Notas de Aprendizagem são, portanto, um instrumento específico que concentra as produções realizadas durante a experiência com a FLEX-AS.

Momento de Ambientação

O momento de *Ambientação* é crucial para criar um ambiente que favoreça a construção do conhecimento. Um ambiente de aprendizagem bem estruturado e envolvente pode estimular a curiosidade, motivar os alunos e facilitar a compreensão de conceitos complexos. Isso pode ser alcançado por meio da disposição do espaço, uso de recursos visuais, auditivos e interativos, e adaptação às necessidades específicas dos estudantes. Além disso, uma ambientação inclusiva promove colaboração, participação ativa e conexões significativas, proporcionando um contexto rico para aquisição de conhecimento e desenvolvimento de competências (Oliveira, 2023).

Ainda na *Ambientação*, após preparar o contexto, o professor deve iniciar a interação com os estudantes a partir de uma conversa abordando três perguntas principais: a) por que aprender de forma significativa e crítica? b) Qual a importância do tema escolhido na formação dos estudantes? c) O que é a FLEX-AS e quais etapas a constituem? Esta reflexão inicial ajudará os estudantes a entenderem a relevância do aprendizado significativo e crítico, compreendendo as nuances contextuais e seu impacto na formação acadêmica e pessoal deles (Moreira, 2022).

A ação proposta pela *Ambientação* visa promover a facilitação da aprendizagem significativa, a qual depende mais da postura docente e diretriz escolar do que de novas metodologias (Moreira, 2012b). Nesse contexto, a integração de pensamentos, sentimentos e ações é fundamental para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa. O estudante tem a responsabilidade de decidir se quer aprender de forma significativa, sendo a predisposição para aprender um fator crucial. Assim, a intenção a aprender é o que orienta e inicia as ações de aprendizagem (Ausubel, 2003), tendo o professor que ter o devido cuidado de explicar o objeto do conhecimento e seu impacto na formação dos estudantes, despertando interesse e curiosidade deles sobre o tema e o processo didático. O ensino envolve uma relação triádica entre estudante, docente e materiais educativos, com o objetivo de compartilhar significados aceitos no contexto da matéria (Moreira, 2011).

Momento de Vivência

O momento de *Vivência* é composto de cinco etapas sequenciais: *Apresentação*, *Desconstrução*, *Resolução*, *Ideação* e *Criação*. Para estruturá-lo, o professor deve previamente definir o caso (contexto), os minicasos (recortes dos contextos), os temas de análise (conceitos) e os comentários temáticos organizados em forma de hipertexto, constituindo a primeira etapa da *Vivência*: a *Apresentação*. Esses elementos emergem para facilitar a flexibilização do conhecimento dos estudantes durante a abordagem com a FLEX-AS. A Figura 1¹ exibe um exemplo de hipertexto elaborado pelo autor e utilizada no ensino de Sistemas Locomotores, em que os estudantes puderam explorar autonomamente o tema.

A etapa de *Apresentação* da FLEX-AS introduz os estudantes ao cenário em que o conteúdo curricular será abordado, destacando a importância do contexto na aprendizagem, conforme reconhecido pelo descritor Aprendizagem Contextualizada. Durante esta fase, os estudantes são apresentados a um caso elaborado pelo professor, na forma de hipermídia. Segundo Oliveira (2023), esses hiperdocumentos permitem a navegação não linear através de várias mídias, como textos, imagens, vídeos e áudios, conectados por links. O hipertexto organiza informações textuais através de conexões conceituais, enquanto a hipermídia inclui diversos tipos de mídia, permitindo uma exploração interativa do conteúdo.

Assim, o professor deve selecionar e organizar cuidadosamente as informações para criar a hipermídia, a qual o contexto representado será decomposto em minicasos para análises detalhadas na próxima etapa da FLEX-AS (*Desconstrução*). As informações da hipermídia devem ser importantes para o conteúdo escolhido pelo professor e disponibilizadas em uma página na internet. Posto isto, o uso de hipermídia acaba substituindo métodos tradicionais de exposição de conteúdo curricular, como livros didáticos e exposições orais, tendo potencial de promover uma aprendizagem significativa e crítica (Moreira, 2005). Na perspectiva da TFC, a hipermídia auxilia na flexibilização cognitiva, propiciando aos estudantes observar e associar conceitos de múltiplos modos (Vidmar, 2017).

Após explorar o contexto, os estudantes devem ser convidados a escrever uma síntese em suas Notas de Aprendizagem, organizando e refletindo sobre o que perceberam e o que mais lhes chamou a atenção nesta etapa. Isso pode promover uma representação flexível e multidimensional do conteúdo, pois proporciona um momento de reflexão e relação de conceitos, ideias e até outros cenários do conhecimento

¹ Disponível em <https://profze.wixsite.com/locomotor>

(Oliveira, 2023). Ausubel (2003) destaca que a verdadeira compreensão de conceitos requer significados precisos e aplicáveis em diferentes contextos. Ao pedir que os estudantes escrevam sobre o hiperdocumento, avalia-se sua compreensão e promove-se uma aprendizagem crítica, com os estudantes como principais agentes na construção do conhecimento.

Este site foi desenvolvido com o construtor de sites **WIX.com**. Crie seu site hoje. [Comece já](#)

SISTEMAS LOCOMOTORES

Salve, salve, estudante!! Clique nos botões verdes que estão nas áreas da imagem referente aos sistemas locomotores e confira algumas notícias sobre o tema.



© 2017 por Jose Antonio Bezerra. Orgulhosamente criado com Wix.com

[CC BY-NC-ND](#)
Este obra está licenciado com uma Licença [Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional](#)

[f](#) [t](#) [g+](#)

Figura 1 – Exemplo de hipermissão utilizada para o ensino de Sistemas Locomotores.
Fonte: Autor 1

A etapa de *Desconstrução* é essencial para que os estudantes identifiquem as nuances dos conceitos apresentados pelo professor na etapa de Apresentação. Nessa fase, o caso exposto na Apresentação é decomposto em minicasos, cada um acompanhado de seus respectivos comentários temáticos, isto é, explicações realizadas pelo professor para direcioná-los. Os estudantes devem registrar em suas Notas de Aprendizagem os conceitos que compreenderam e consideraram significativos. Aqui, o descritor Relevância do Conhecimento Prévio é fundamental.

Com base na premissa de que o conhecimento prévio é a variável mais importante para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa (Ausubel, 2003; Moreira, 2005), a desconstrução do caso permite que os estudantes descubram novos significados para os conceitos abordados, promovendo a aprendizagem significativa por meio do processo de DP (Ausubel, 2003). Na perspectiva da Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC), a decomposição do contexto em minicasos permite que aspectos relevantes, que poderiam ser ignorados na visualização completa do caso, sejam percebidos com maior clareza (Carvalho, 2000).

Ao dividir o caso em minicasos e adicionar comentários temáticos que destacam conceitos específicos, o professor orienta os estudantes a perceber ideias que poderiam passar despercebidas na leitura inicial do caso completo. Os comentários temáticos funcionam como uma mediação didática, esclarecendo como cada conceito se relaciona com o minicaso (Spiro & Jehng, 1990). Esses comentários também permitem que os estudantes façam conexões entre diversos conceitos presentes em uma mesma situação, contribuindo para uma compreensão mais profunda do minicaso e, conseqüentemente, do caso como um todo (Rezende & Cola, 2004). Além disso, essa etapa possibilita a negociação de significados entre professor, estudante e material educativo, facilitando a aprendizagem significativa crítica (Moreira, 2005).

Ainda nesta direção, destaca-se a importância dos comentários temáticos na consideração de múltiplas perspectivas de análise. Assim, os comentários temáticos elaborados para cada minicaso incorporam diferentes pontos de vista, ajudando os estudantes a compreenderem o minicaso de forma mais aprofundada (Carvalho, 2000). Esta abordagem permite que os estudantes observem a diversidade de

conceitos e situações implícitas no caso (Spiro et al., 1988), aumentando sua experiência na análise de casos futuros.

Sob a perspectiva da TAS/ASC, a decomposição do caso em minicasos possibilita que os estudantes ampliem sua compreensão, assimilando conceitos, ideias e concepções que vão além do inicialmente aprendido. Esse processo é potencial para o estabelecimento de aprendizagens significativas tanto do tipo *subordinada*, em que novos conhecimentos são incorporados a subsunções mais amplos e inclusivos já existentes, quanto do tipo *superordenada*, em que conceitos previamente assimilados são reorganizados e integrados sob novas ideias mais gerais e abrangentes. Dessa forma, facilita-se a progressão conceitual, promovendo conexões mais profundas e estruturadas na aprendizagem (Ausubel, 2003).

A etapa de *Resolução* é marcada pelo convite ao estudante, individualmente, resolver uma situação-problema de baixo nível de complexidade elaborado pelo professor, envolvendo os conceitos apresentados nas etapas anteriores da FLEX-AS. A resposta resultante da Resolução deve ser registrada nas Notas de Aprendizagem, para que o professor possa acessá-las e realizar uma primeira avaliação do progresso do estudante na FLEX-AS. Aqui, o descritor Enfoque na Compreensão Profunda é considerado.

A situação-problema deve estar alinhada com o tema abordado e apresentar um novo contexto, permitindo que o estudante se depare com um cenário diferente em que os conceitos até então apresentados também se aplicam. É importantes que os comentários temáticos dos minicasos na etapa de Desconstrução estejam relacionados com a situação-problema da etapa de Resolução. Dessa forma, o estudante é incentivado a resolver a situação-problema individualmente, utilizando suas Notas de Aprendizagem e outras estratégias que considerar adequadas.

Na perspectiva da ASC, essa abordagem didática propõe que perguntas sejam feitas aos estudantes, ao invés de apenas respostas prontas serem apresentadas, conforme indica o Princípio da Interação Social e Questionamento da ASC (Moreira, 2005). Isto porque o ensino baseado na transmissão de respostas do professor para o estudante e vice-versa nas provas não é crítico e tende a gerar uma aprendizagem mecânica (Moreira, 2005, 2021b, 2022). Moreira (2005) ressalta que este princípio não descarta a validade de momentos expositivos, os quais o professor apresenta e explica um dado conteúdo curricular. O mais importante é que tanto o professor quanto os estudantes mantenham uma postura de diálogo, curiosidade e investigação, evitando a passividade. Essa curiosidade epistemológica pode ser estimulada pela contextualização das questões ou pela competição, por exemplo (Oliveira, 2023).

Além disso, Moreira (2005), embasado em Vergnaud, indica que são as situações que dão sentido aos significados, e essas têm potencial para despertar a intencionalidade do estudante em aprender de modo significativo. Do ponto de vista da TFC, ao enfrentar situações novas, é essencial que o indivíduo utilize seus conhecimentos e adquira novas habilidades para compreendê-las. Assim, flexibilidade cognitiva vai se aprimorando, permitindo que o sujeito se adapte a novas circunstâncias, desenvolvendo um repertório comportamental variado (Vidmar & Sauerwein, 2021). A aplicação do conhecimento assimilado pelo estudante a uma nova situação (como resolver um problema) envolve a combinação de vários conceitos (Carvalho, 2000; Spiro & Jehng, 1990). A nova situação precisa ter características distintas da situação inicial de aprendizagem, pois a base para o desenvolvimento da flexibilidade cognitiva é a capacidade de reorganizar o conhecimento necessário para resolver uma nova, diferente situação (Carvalho, 1998; Vidmar & Sauerwein, 2021).

A etapa de Resolução pode desenvolver no estudante o processo de RI, em que sua estrutura cognitiva reorganiza significados, permitindo que ele compreenda semelhanças, peculiaridades, exceções, distinções e variados exemplos para um conceito aprendido (Ausubel, 2003). A avaliação individual proposta ao fim desta etapa é importante para que o professor analise o nível de aprendizagem do estudante, permitindo ajustes posteriores no processo de aprendizagem sobre o tema proposto. Promover a aprendizagem significativa também implica considerar o caráter recursivo das ações de ensino-aprendizagem (Lemos, 2011).

Na etapa de *Ideação*, os estudantes devem estar agrupados para resolver uma situação-problema real e complexa, mais desafiadora do que a apresentada na etapa de Resolução, e o resultado de resposta desse processo deve ser registrado nas Notas de Aprendizagem de cada membro do grupo. Nessa etapa são abordados os descritores de Enfoque na Compreensão Profunda e a Progressividade da Aprendizagem. A partir da Ideação, os eventos educativos são desenvolvidos coletivamente. Atividades colaborativas, sejam presenciais ou virtuais, facilitam a aprendizagem significativa por meio do intercâmbio e negociação de significados, com o professor atuando como mediador (Moreira, 2012a).

A aprendizagem significativa, essencialmente verbal e simbólica, baseia-se principalmente na recepção de informações (Ausubel, 2003). A etapa de Ideação tem como objetivo criar um ambiente interativo em que os estudantes compartilhem e negociem significados, promovendo uma aprendizagem mais profunda e contextualizada. Nessa fase, o diálogo e a troca de ideias desempenham um papel central, permitindo que os estudantes construam novos conhecimentos de forma colaborativa (Moreira, 2005). Segundo Flores-Espejo (2018), a aprendizagem significativa é facilitada quando o estudante conecta novas informações a conhecimentos prévios, processo que ocorre de maneira mais eficaz em contextos ricos em interações e trocas intelectuais. A Ideação, portanto, é um momento de construção coletiva, no qual os conhecimentos individuais são expandidos e transformados pelo contato com diferentes perspectivas. Em síntese, atividades didáticas em grupo são essenciais para promover a interação social, a negociação de significados e a assimilação de conceitos, aspectos indispensáveis à aprendizagem significativa (Moreira, Caballero, & Rodríguez, 1997, Ausubel, 2003; Moreira, 2005).

Na Ideação as situações-problema auxiliam os estudantes a atribuir significado aos conceitos até então aprendidos ou percebidos por eles. À medida que os indivíduos desenvolvem conceitos mais avançados, tornam-se mais habilidosos para enfrentar e resolver situações novas e desafiadoras. Segundo Ausubel (2003), a aprendizagem significativa é progressiva, em que os conceitos estabelecidos servem de âncora para novas ideias (Ausubel, 2003). Se tratando de mediação, o professor deve auxiliar os estudantes no desenvolvimento de esquemas e representações, permitindo-lhes enfrentar situações mais complexas (Moreira, 2002). Ademais, a mediação do professor inclui proporcionar situações de aprendizagem dentro da zona de desenvolvimento proximal dos alunos (Vergnaud, 1998 citado por Moreira, 2002).

Por outro lado, na TFC, Spiro (1988) destaca ações para flexibilizar o conhecimento, como aplica-lo em situações práticas, criar estruturas mentais flexíveis e incentivar a participação ativa dos estudantes. A análise e resolução de problemas complexos em grupo podem desenvolver essa flexibilidade, impulsionada pela negociação de significados entre colegas. Neste sentido, a interação entre indivíduos mais e menos experientes é crucial para a resolução de problemas, permitindo que os menos experientes aprendam de forma mais autônoma pelo contato com os mais experientes (Martins, 1997). Essas reflexões alinham-se com as premissas da TAS e TFC (Oliveira, 2023).

A etapa de *Criação* é o momento em que os estudantes, em grupos, serão desafiados a resolver uma questão cotidiana utilizando as ideias e conceitos aprendidos ao longo do curso FLEX-AS. Ainda, essa solução deve ser criativa, prática e passível de divulgação na internet. Nessa etapa são contemplados os descritores de Construção do Conhecimento, Relevância do Conhecimento Prévio, Compreensão Profunda, Aprendizagem Contextualizada e Progressividade da Aprendizagem. A etapa de Criação conclui o percurso didático da FLEX-AS, exigindo dos estudantes movimentos cognitivos, afetivos e conscientes para a produção da solução. Ausubel (2003) e Moreira (Moreira, 2022) indicam que uma aprendizagem significativa, ao contrário da mecânica, facilita a aplicação de conceitos em novas situações devido à elaboração de significados e à compreensão contextualizada.

Diante da organização da FLEX-AS, a ideia central da ASC pode ser refletida na etapa de Criação: os estudantes utilizarão dos conhecimentos construídos de forma significativa para analisar seu contexto de maneira crítica e reflexiva, podendo propor soluções para modifica-lo (Moreira, 2005). Na perspectiva da TFC, essa fase propicia aos estudantes poder avançarem para um nível mais sofisticado de flexibilidade cognitiva, aplicando os conhecimentos assimilados em contextos mais variados e complexos (Oliveira, 2023). É sabido que a transição pelos diferentes estágios do conhecimento, que envolve a reorganização, a adaptação e a ampliação de estruturas cognitivas existentes, contribui significativamente para a promoção da flexibilidade cognitiva. Esse processo permite que o aprendiz lide com situações complexas e de múltiplas perspectivas, conectando informações de maneira mais dinâmica e integrada (Spiro et al., 1988; Carvalho, 2000; Vidmar & Sauerwein, 2021).

A etapa de Criação é ideal para verificar nos estudantes a flexibilidade e a transferibilidade dos conhecimentos construídos, indicando a presença da aprendizagem significativa, pois a transferência do conhecimento não acontece sem essa (Ausubel, 2003; Oliveira, 2023). Outrossim, o fato de solicitar que os estudantes publiquem na internet os resultados da solução em resposta a essa etapa pode fortalecer a consolidação do conhecimento, por promover interações sociais e a construção de comunidades de aprendizagem, alinhando-se com princípios vygotskyanos (Martins, 1997; Moreira et al., 1997; Oliveira, 2023). A responsabilidade de explicar conceitos a uma audiência global reforça a compreensão individual e incentiva a reflexão crítica, podendo capacitar os estudantes a se tornarem aprendizes mais autônomos (Alves, 2018).

Momento de Avaliação

A avaliação é essencial para concretizar o evento educativo promovido pela FLEX-AS. Na ótica da TAS, avaliar o progresso da aprendizagem exige cuidado, pois a avaliação é formativa e recursiva (Lemos, 2011). Em vez de ser realizado apenas um teste escrito de classificação por notas, a avaliação deve ter uma abordagem abrangente, visando à inclusão e ao diagnóstico (Flores-Espejo, 2018; Aquino, Nascimento, & Oliveira, 2022;).

Esse processo avaliativo requer um conjunto de variáveis e ações, incluindo aplicação, tempo, devolutivas, reorientação das tarefas de aprendizagem ainda não finalizadas, e o sentido psicológico. Moreira (2021a) aponta que avaliar a aprendizagem é um processo que centra diversas discussões. Ainda se vive um cenário educacional comportamentalista, o qual muitas vezes as avaliações são focadas em treinar o estudante para acertar respostas corretas e evitar erros. Contudo, para avaliar aprendizagens significativas, é necessário considerar variados instrumentos que possam indicar as relações construídas de forma significativa (Aquino, Nascimento, & Oliveira, 2022). De acordo com Flores-Espejo (2018), para avaliar uma aprendizagem significativa é necessária a aplicação de múltiplos instrumentos de avaliação que objetivem compreender os diversos significados expressos pelos estudantes nos processos de ensino e aprendizagem. Ademais, para avaliar com maior precisão a aprendizagem significativa em progresso, a mesma autora sugere a análise de elementos ausubelianos (variáveis, critérios e itens). Esses elementos estão organizados em cinco grandes domínios nos quais a aprendizagem significativa se estabelece: Cognitivo, Atitudinal, Ciente, Consciente e Contextual do estudante (Quadro 3).

Quadro 3 – Domínios em que acontece a aprendizagem significativa.

Domínio	Descrição
Cognitivo	Aspectos cognitivos da aprendizagem, envolvidos com os conteúdos teóricos, conceituais, declarativos. É neste domínio que são possíveis localizar algumas variáveis com seus respectivos critérios de aprendizagem: <i>estrutura cognitiva, retenção de significados e predisposição a aprender.</i>
Atitudinal	Se refere aos aspectos práticos, procedimentais e metodológicos, que implicam na ação do aprendiz em situações específicas.
Ciente	Se refere ao estado de sentir do estudante que implica nas variáveis afetivas emocionais e sentimentais relacionadas à aprendizagem.
Consciente	Se refere aos aspectos intencionais da aprendizagem, levando em conta o pensamento crítico e reflexivo, os processos metacognitivos e valores éticos do aprendiz.
Contextual	Se refere aos aspectos extrínsecos situacionais que ocorrem em eventos e interações que favorecem a AS, ou seja, se trata de um contexto potencialmente significativo. Este domínio implica em desenvolver contextos didáticos adequados e novos, virtuais ou reais, teóricos ou práticos.

Fonte: adaptado de Flores-Espejo (2018).

Se tratando de avaliação, é necessário pensá-la como favorecedora da aprendizagem e não como obstáculo. Para obter uma avaliação mais fidedigna, buscando indícios tanto de aprendizagem significativa quanto de flexibilização cognitiva, duas estratégias são indicadas para a abordagem com a FLEX-AS: a) observação de indícios que representem que uma AS está em curso; e b) autoavaliação. A observação de evidências de aprendizagem significativa em progresso deve incluir diversos métodos que o professor julgar necessários (Flores-Espejo, 2018).

Para avaliar a efetividade da FLEX-AS, o professor pode analisar o discurso, comportamento, estado afetivo, capacidade de resolução de problemas, tomadas de decisão, interação entre estudantes e destes com o professor, bem como os dados registrados nas Notas de Aprendizagem deles. Esses elementos ajudarão a verificar indícios de que uma aprendizagem significativa está em curso. Essa observação de indícios de AS também se aplica à verificação da flexibilização do conhecimento, pois esse processo é inerente à AS (Ausubel, 2003; Oliveira, 2023).

A autoavaliação é proposta como uma prática reflexiva que permite ao estudante monitorar seu próprio progresso e desenvolver maior autonomia e compreensão sobre seu processo de aprendizagem. Assim, nesse tipo de avaliação o estudante refletirá sobre seu percurso de aprendizagem, o papel do professor como mediador e os múltiplos aspectos na experiência com a FLEX-AS. A avaliação, enquanto elemento central do fenômeno educativo, abrange não apenas a aprendizagem, mas também o ensino, o

currículo e o contexto em que estão inseridos (Moreira, 2003). Com base nos princípios da aprendizagem significativa planejados por Flores-Espejo (2018), orientamos que a autoavaliação esteja organizada em torno de três dimensões principais:

Cognitiva: os estudantes são incentivados a refletir sobre a integração dos novos conhecimentos com seus conhecimentos prévios, promovendo uma análise sobre a profundidade e esclarecendo os significados construídos. Esse processo é essencial para fortalecer os subsunçores, que formam uma base para aprendizagens futuras.

Afetiva: os estudantes indicam como emoções e atitudes impactaram seu aprendizado, analisando, por exemplo, como a motivação, o interesse ou possíveis frustrações influenciando sua disposição para aprender. Flores-Espejo (2018) aponta que um ambiente afetivo positivo é fundamental para facilitar a integração de novos conhecimentos.

Contextual: Este aspecto incentiva os estudantes a refletirem sobre o impacto do contexto de aprendizagem — incluindo o ambiente, os recursos disponíveis e as interações — na compreensão e aplicação dos conteúdos. A criação de um contexto significativo desempenha um papel fundamental ao facilitar a transferência do conhecimento adquirido para situações práticas e relevantes, tornando a aprendizagem mais útil e aplicável.

Essas três dimensões constituem uma base estruturada para a autoavaliação, promovendo uma reflexão aprofundada sobre o aprendizado. O Quadro 4 indica uma sugestão de autoavaliação, junto a algumas questões que podem ser indicadas. Dessa forma, por meio da autoavaliação, tanto o estudante quanto o professor poderão compreender as nuances do percurso didático promovido pela FLEX-AS, identificando possíveis incoerências e ações bem-sucedidas.

Quadro 4 – Sugestão de autoavaliação para a FLEX-AS baseada em dimensões cognitiva, afetiva e contextual.

Dimensão	Parâmetros para Autoavaliação	Perguntas para Autoavaliação
Cognitiva	Conexão com conhecimentos prévios, objetivo conceitual, organização da estrutura cognitiva	<ul style="list-style-type: none"> - Como os novos conceitos se conectam com o que eu já sabia? - Quais conhecimentos recentes me ajudaram a entender este conteúdo? - O que eu aprendi de novo e como posso usar esse conhecimento em situações futuras? - Sinto que consigo explicar esses conceitos para outras pessoas? - Quais conceitos ainda preciso revisar para compreender os melhores?
Afetiva	Motivação, atitudes perante o aprendizado, emoções influentes	<ul style="list-style-type: none"> - Como me sinto ao aprender este conteúdo? - Quais emoções (motivação, interesse, frustração) influenciaram minha aprendizagem? - Como minha atitude ajudou ou dificultou meu aprendizado? - Eu me sinto mais engajado(a) ou desmotivado(a) durante as atividades? Por quê? - Que estratégias usamos para manter a motivação, mesmo nos momentos de dificuldade?
Contextual	Influência do ambiente, recursos de aprendizagem, interação com colega e professor	<ul style="list-style-type: none"> - Como o ambiente e os recursos disponíveis impactaram meu aprendizado? - De que forma as interações com colegas e o professor enriqueceram minha compreensão? - Como o contexto (como exemplos práticos ou atividades em grupo) me ajudou a entender melhor o conteúdo? - Sinto que tenho acesso aos materiais necessários para um aprendizado mais completo? - O contexto ajudou a tornar o aprendizado mais relevante para minha vida ou futuro profissional?

Fonte: Autoria própria

CONSIDERAÇÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

A análise dos princípios fundamentais da TAS, da ASC e da TFC aprofundou a compreensão de suas bases teóricas, oferecendo base sólida para desenvolver a estratégia didática FLEX-AS. A identificação das premissas convergentes entre essas teorias revelou uma notável convergência, resultando em cinco descritores: Ênfase na Construção do Conhecimento, Relevância do Conhecimento Prévio, Enfoque na Compreensão Profunda, Aprendizagem Contextualizada e Progressividade da Aprendizagem.

A partir desse arcabouço teórico, desenvolveu-se a FLEX-AS, que modelou uma abordagem potencial para o desenvolvimento de aprendizagem significativa crítica, em que os estudantes aplicam conhecimentos e tomam decisões em variadas situações. A estratégia capacita os estudantes a avaliar informações, compreender a ciência e aplicar o pensamento crítico em seu cotidiano, podendo torna-los cidadãos reflexivos e informados, capazes de participar ativamente de discussões científicas e sociais e tomar decisões baseadas em evidências. Isso vem como uma resposta ao problema da ausência de aprendizagens significativas e críticas no ensino de Ciências atualmente, cumprindo o objetivo proposto nesta pesquisa. Diante de desafios complexos como mudanças climáticas e avanços tecnológicos, é crucial que os estudantes desenvolvam uma compreensão profunda dos conceitos científicos e, posteriormente, aplique-os.

O cerne da contribuição deste estudo, contudo, reside nas perspectivas futuras que se delineiam a partir daqui. A estratégia FLEX-AS, com seu caráter generalista e flexível, possui potencial de aplicação para além do ensino de Ciências. A versatilidade e adaptabilidade da FLEX-AS sugerem que ela pode ser aplicada em diversas áreas do conhecimento e em diferentes níveis de ensino. Esta perspectiva desafia a pesquisa educacional a explorar novos horizontes e expandir o escopo de aplicação da FLEX-AS.

O próximo passo deste estudo é implementar a FLEX-AS e avaliar seus impactos na aprendizagem. Além disso, a adaptação curricular e a formação de professores desempenham um papel crucial, uma vez que a eficácia da FLEX-AS depende em grande parte de sua implementação adequada. À medida que se avança nessa jornada, é imperativo buscar a implementação da estratégia FLEX-AS em ambientes educacionais diversos, a fim de avaliar seu impacto de maneira aprofundada e substancial. A validação prática dessa estratégia fortalecerá sua credibilidade e oferecerá insights para melhorias.

A educação é um campo dinâmico, e as abordagens pedagógicas evoluem constantemente. Assim, é responsabilidade coletiva de educadores e pesquisadores continuar a contribuir para a melhoria constante do ensino e da aprendizagem. A pesquisa contínua em ensino é fundamental para manter abordagens educativas atualizadas e alinhadas com as demandas sociais que estão em constante transformação. Nesse sentido, a FLEX-AS celebra conhecimentos aplicáveis e oferece uma abordagem inovadora para enfrentar desafios educacionais futuros.

REFERÊNCIAS

- Agra, G., Formiga, N. S., Oliveira, P. S., Costa, M. M. L., Fernandes, M. G. M., & Nóbrega, M. M. L. (2019). Análise do conceito de Aprendizagem Significativa à luz da Teoria de Ausubel. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 72(1), 248–255. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2017-0691>
- Alves, S. R. (2018). *Tecnologia Educacional*. São Paulo, SP: Clube de Autores.
- Aquino, K. A. S., Nascimento, S. T. G., & Oliveira, J. A. B. (2022). Avaliação da aprendizagem por parâmetros ausubelianos após vivência em uma unidade de ensino potencialmente significativa. *Espaço Pedagógico*, 29(2), 599–617. <https://doi.org/10.5335/rep.v29i2.13114>
- Ausubel, D. P. (1963). *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. Oxford, United Kingdom: Grune & Stratton.
- Ausubel, D. P. (2003). *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: uma Perspectiva Cognitiva* (1st ed.). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Carvalho, A. A. A. (2000). A representação do conhecimento segundo a teoria da flexibilidade cognitiva. *Revista Portuguesa de Educação*, 13(1), 169–184. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/374/37413108.pdf>
- Carvalho, A. A. A. (2002). Promover a Flexibilidade Cognitiva em Níveis Avançados do Conhecimento. *Revista Da FACED*, (6), 25–46. <https://doi.org/10.9771/2317-1219rf.v7i6.2774>

- Flores-Espejo, J. L. (2018). Evaluación del aprendizaje significativo con criterios ausubelianos prácticos. un aporte desde la enseñanza de la bioquímica. *Investigación y Postgrado*, 33(2), 9–29. <https://doi.org/10.56219/investigacinypostgrado.v33i2.2803>
- Lemos, E. S. (2011). A Aprendizagem Significativa: estratégias facilitadoras e avaliação. *Aprendizagem Significativa em Revista*, 1(1), 25–35. Recuperado de https://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID3/v1_n1_a2011.pdf
- Martins, J. C. (1997). Vygotsky e o Papel das Interações Sociais na Sala de Aula: Reconhecer e Desvendar o Mundo. In *Série Ideias* (Vol. 28, pp. 111–112). São Paulo, SP: FDE. Recuperado de www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias_28_p111-122_c.pdf
- Masini, E. F. S. (2011). Aprendizagem Significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. *Aprendizagem Significativa em Revista*, 1(1), 16–24. Recuperado de http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID2/v1_n1_a2011.pdf
- MEC – Ministério da Educação (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF: MEC. Recuperado de https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal.pdf
- Moreira, M. A. (2011). Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente. *REMPEC - Ensino, Saúde e Ambiente*, 4(1), 2–17. <https://doi.org/10.22409/resa2011.v4i1.a21094>
- Moreira, Marco Antonio. (2002). A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7(1), 7–29. Recuperado de <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/141212/000375268.pdf>
- Moreira, Marco Antonio. (2005). Aprendizaje Significativo Crítico. *Indivisa - Boletín de Estudios e Investigación*, (6), 83–102. <https://doi.org/10.1590/S0103-863X1999000200007>
- Moreira, Marco Antonio. (2011). Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas. *Aprendizagem Significativa em Revista*, 1(2), 43–63. Recuperado de https://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf
- Moreira, Marco Antonio. (2012a). ¿Al final, qué es aprendizaje significativo? *Revista Currículum*, 25, 29–56. Recuperado de <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/96956/000900432.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Moreira, Marco Antonio. (2012b). Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas V e Unidades de Ensino Potencialmente Significativas. *Revista Currículum*, 25, 29–56.
- Moreira, Marco Antonio. (2021a). Aprendizagem Significativa em Ciências: Condições de Ocorrência vão Muito Além de Pré-Requisitos e Motivação. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, 11(2), 25–35. <https://doi.org/10.31512/encitec.v11i2.434>
- Moreira, Marco Antonio. (2021b). Ensino de Ciências: críticas e desafios. *Experiências em Ensino de Ciências*, 16(2), 1–10. Recuperado de <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/910/809>
- Moreira, Marco Antonio. (2022). Aprendizagem ativa com significado. *Espaço Pedagógico*, 29(2), 405–416. <https://doi.org/10.5335/rep.v29i2.13887>
- Moreira, M. A., Caballero, M. C., & Rodríguez, M. L. (1997). Aprendizagem Significativa: um conceito subjacente. In *Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo* (pp. 19–44). Burgos, España. Recuperado de https://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID16/v1_n3_a2011.pdf
- Oliveira, J. A. B. (2018). *Flex-água: ferramenta para o ensino de água na perspectiva da aprendizagem significativa crítica na educação básica* (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências Ambientais, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE. Recuperado de <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/32611/6/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20Jos%C3%A9%20Ant%C3%B4nio%20Bezerra%20de%20Oliveira.pdf>
- Oliveira, J. A. B., & Aquino, K. A. S. (2019). Flexquest como estratégia pedagógica potencialmente significativa: uma revisão crítica. In *Anais do IX Encontro Internacional de Aprendizagem Significativa* (pp. 367–383). Sorocaba, SP. https://www.ixeias-ufscar-2019.com/files/ugd/75b99d_2080d7c320094a85b7a978ac0391af54.pdf

- Oliveira, J. A. B., Silva, C. J., & Aquino, K. A. S. (2017). Aprendizagem Significativa Crítica e Flexibilidade Cognitiva: diálogo metodológico através da construção e validação de uma ferramenta Flexquest para o ensino de Ecologia na educação básica. *Cadernos de Estudos e Pesquisa na Educação Básica*, 3(1), 35–51. Recuperado de <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/cadernoscap/article/view/230849/28800>
- Oliveira, J. A. B. (2023). *FLEX-AS: estratégia didática para o ensino de ciências nas perspectivas da Aprendizagem Significativa Crítica e da Flexibilidade Cognitiva* (Tese de doutorado). Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE. Recuperado de <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/55339>
- Rezende, F., & Cola, C. S. D. (2004). Hipermídia na educação: flexibilidade cognitiva, interdisciplinaridade e complexidade. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 6(2), 1–11. <https://doi.org/10.1590/1983-21172004060203>
- Silva, J. C. S., & Amaral, E. M. R. (2017). Uma análise de estratégias didáticas e padrões de interação presentes em aulas sobre equilíbrio químico. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(3), 985–1009. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2017173985>
- Spiro, R. J., Coulson, R. L., Feltovich, P. J., & Anderson, D. K. (1988). Cognitive flexibility theory: Advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. *Center for the Study of Reading Technical Report*, (441), 1–13. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/4826446.pdf>
- Spiro, R. J., Feltovich, M. J., & Coulson, R. L. (1992). Cognitive flexibility, constructivism, and hypertext: Random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill structured domains. In T. M. Duffy & D. H. Jonassen (Eds.), *Constructivism and the Technology of Instruction: A Conversation* (pp. 57–75). Hillsdale, Unites States of America: Erlbaum. https://www.researchgate.net/publication/200772846_Cognitive_Flexibility_Constructivism_and_Hypertext_Random_Access_Instruction_for_Advanced_Knowledge_Acquisition_in_Ill-Structured_Domains
- Spiro, R. J., & Jehng, J.C. (1990). Cognitive flexibility and hypertext: Theory and technology for the nonlinear and multidimensional traversal of complex subject matter. In *Cognition, education, and multimedia: Exploring ideas in high technology*. (pp. 163–205). Hillsdale, United States of America: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Spiro, R. J., Vispoel, W. P., Schmitz, J. G., Samarapungavan, A., & Boerger, A. E. (1987). Cognitive flexibility and transfer in complex content domains. In B. C. Britton & S. M. Glynn (Eds.), *Executive control in processes in reading* (Vol. 143, pp. 177–199). New Jersey, Unites States of America: Lawrence Erlbaum Associates.
- Vidmar, M. P. (2017). *Atividades didáticas de Física mediadas por hipermídia: potencialidades para o desenvolvimento da flexibilidade cognitiva* (Tese de doutorado). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal de Santa Maria, RS. Recuperado de https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/14598/TES_PPGE_C_2017_VIDMAR_MURYEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vidmar, M. P., & Sauerwein, I. P. S. (2021). Flexibilidade Cognitiva no Ensino de Ciências: Uma Revisão Bibliográfica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 38(1), 19–173. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2021.e67539>

Recebido em: 11.06.2024

Aceito em: 13.12.2024