

A EPISTEMOLOGIA DO SENTIR: DISCUTINDO A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA A PARTIR DO POSTULADO "FAZ SENTIDO SE SENTIR"

THE EPISTEMOLOGY OF FEELING: AN EXAMINATION OF MEANINGFUL LEARNING THROUGH THE MAXIM "IT MAKES SENSE WHEN IT IS FELT"

Elcio Schuhmacher

Doutor – Universidade Regional de Blumenau (FURB).

Professor permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da Fundação Universidade Regional de Blumenau.

elcio@furb.br

Vera Rejane Niedersberg Schuhmacher

Doutora – Universidade do Sul de Santa Catarina (PPGE/UNISUL).

Educadora da Universidade do Sul de Santa Catarina onde atua como docente e pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Educação.

vera.schuhmacher@gmail.com

Rodrigo Antonio Moreira

Mestrando – Universidade Regional de Blumenau (FURB)

rodmoreira@furb.br

Resumo

Este ensaio teórico de abordagem qualitativa e exploratória investiga a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel, contrapondo-se ao seu frequente reducionismo cognitivista. Amparado na evolução humanista de Joseph Novak e no postulado "*faz sentido se sentir*", o objetivo é discutir a relevância e a integração indissociável da Tríade da Aprendizagem (Pensar-Sentir-Agir) na sustentação de um aprendizado duradouro e holístico. O percurso metodológico baseia-se na pesquisa bibliográfica, promovendo um diálogo epistemológico que articula o processo cognitivista de Ausubel/Novak e a Tríade de Aprendizagem aos discursos de outros pesquisadores da Educação. A análise demonstra que a dimensão do sentir (afetividade) é fundamental e necessária para o pensar (cognição) e que a ação do fazer valida o aprendizado, ao passo que o agir (práxis) atua como o motor que externaliza, testa e valida os significados construídos. Essa dinâmica integrada é exemplificada e materializada na educação matemática por meio da Modelagem Matemática aplicada à resolução de Problemas de Fermi. Conclui-se que a harmonização da Tríade supera a aprendizagem mecânica tradicional, a superação do jargão pedagógico superficial, assegurando o protagonismo estudante, a autoria do conhecimento e o pleno engrandecimento de forma holística.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa, Afetividade, Protagonismo do Estudante, Teoria da Educação Humanista, Tríade da Aprendizagem.

Abstract

This theoretical essay, adopting a qualitative and exploratory approach, investigates David Ausubel's Meaningful Learning Theory (MLT), challenging its frequent reduction to a purely cognitive process. Grounded in Joseph Novak's humanistic evolution and the postulate "it makes sense when it is felt," the objective is to discuss the relevance and inseparable integration of the Learning Triad (Thinking-Feeling-Acting) in sustaining enduring and holistic learning. The methodological framework relies on literature research, promoting an epistemological dialogue that articulates the cognitive process of Ausubel/Novak and the Learning Triad with educational researchers. The analysis demonstrates that the dimension of feeling (affectivity) is fundamental and necessary for thinking (cognition) and that the action of doing validates learning, whereas acting (praxis) functions as the driving force that externalizes, tests, and validates constructed meanings. This integrated dynamic is exemplified and materialized in mathematics education through Mathematical Modeling applied to the resolution of Fermi Problems. It concludes that the harmonization of the Triad transcends traditional rote learning and overcomes superficial pedagogical jargon, thereby ensuring student protagonism, knowledge authorship, and full human flourishing in a holistic manner.

Keywords: Meaningful learning, Affectivity, Student protagonism, Humanistic education theory, Learning triad.

1 INTRODUÇÃO

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), originalmente formulada por David Ausubel, postula que a aquisição e a retenção de novos conhecimentos ocorrem por meio de um processo de ancoragem substantiva e não arbitrária de uma nova informação em conceitos especificamente relevantes e já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, denominados subsunçores (Ausubel, 2003). Embora a gênese dessa perspectiva teórica resida em descobertas por meio de engenharia dos mecanismos lógicos e de assimilação da estrutura cognitiva (Ausubel, 2003), a disseminação contemporânea de seus preceitos muitas vezes incorre em um reducionismo puramente cognitivista, negligenciando componentes que são inerentes à totalidade do fenômeno educativo (Moreira, 2011). Como adverte Marco Antonio Moreira, a aprendizagem autêntica "é sempre afetiva, além de cognitiva" (Moreira, 2011, p. 3).

Para superar essa fragmentação, faz-se imperativo recorrer à evolução humanista da teoria proposta por Joseph Novak (2011), a qual expande a abordagem ausubeliana ao preconizar que um evento educativo se constitui essencialmente como uma ação para trocar significados e sentimentos. Segundo o autor, uma educação bem-sucedida deve abordar não apenas o aspecto cognitivo, mas também os sentimentos e ações dos estudantes, envolvendo as três formas de aprendizagem: aquisição de conhecimento (cognitiva), emoções (afetiva) e a práxis ou o desempenho motor (fazer).

Assim, tem-se que uma experiência educacional positiva fortalece as habilidades de raciocinar, emocionar e agir, favorecendo interpretações, enquanto experiências inadequadas podem enfraquecê-las. Os seres humanos combinam pensamento, sentimento e ação para dar sentido às suas experiências (Novak, 2011). Sob essa égide, a consolidação de conhecimentos duradouros e o engrandecimento humano repousam sobre a integração indissociável da Tríade da Aprendizagem, composta pelas dimensões do pensar, do sentir e do agir.

É sob o dinamismo dessa Tríade Aprendizagem que emerge o postulado "*faz sentido se sentir*", posicionando as dimensões afetiva e prática não como meros adendos secundários, mas como afirma Moreira (2011) como eixos fundamentais e estruturantes do processo.

O pilar do sentir, historicamente colocado em segundo plano na formulação original de Ausubel (2003), que defendia que a motivação e a predisposição afetiva não constituem condições indispensáveis para a ocorrência da aprendizagem significativa, atuando apenas como reforços indiretos do esforço, encontra no diálogo com a neurobiologia moderna de António Damásio (1996) uma severa contestação. Ao desconstruir a dicotomia clássica entre razão e emoção, Damásio demonstra que os processos de raciocínio superior e a tomada de decisões racionais não operam em um vácuo sentimental, mas dependem criticamente de sinalizações emocionais. Conforme assevera o autor, "a emoção e o sentimento constituem os alicerces para a nossa mente" (Damásio, 1996, p. 15).

Portanto, contrapondo-se à visão ausubeliana de que o sucesso cognitivo geraria a motivação de forma retroativa, a evidência neurobiológica atual aponta que o "se sentir" — o engajamento, a segurança psicológica e a percepção de relevância existencial — é, de fato, uma condição de possibilidade biológica primária para que o cérebro construa sentido e estabeleça as ancoragens conceituais.

Da mesma forma, a dimensão do agir preenche outra lacuna aberta pelas divergências teóricas de Ausubel a respeito das metodologias de ensino. Em sua obra, Ausubel (2003) posicionou-se firmemente contra o primado do "aprender fazendo", tecendo duras críticas ao uso de práticas baseadas na autodescoberta por considerá-las ineficientes para a transmissão

massiva de corpos organizados de conhecimento, elegendo a aprendizagem por recepção verbal expositiva como o mecanismo ideal.

Todavia, a reabilitação contemporânea da ação pedagógica fundamenta-se na filosofia pragmatista de John Dewey, para quem a aprendizagem é intrínseca e inseparável da experiência concreta, posto que “toda genuína experiência tem um lado ativo, que muda de algum modo as condições objetivas em que as experiências se passam. [...] a experiência não sucede no vácuo. Há fontes fora do indivíduo que a fazem surgir” (Dewey, 1976, p. 31).

Para o autor, um dos princípios da experiência é o da interação, isto é, quando condições objetivas e internas interagem, favorecendo relações entre “pessoas, objetos e outras pessoas” (Dewey, 1976, p. 31). Longe de ser um elemento dispersor ou gerador de verbalismos vazios, o agir sobre o ambiente e a interação contínua funcionam como o próprio motor que testa ideias, valida sentimentos de autoeficácia e consolida os significados construídos na mente.

No cenário da educação científica e matemática, essa práxis integrada manifesta-se por meio de metodologias investigativas ativas, como a Modelagem Matemática aplicada à resolução de Problemas de Fermi. Nessa abordagem, o estudante deixa de ser um receptor passivo da exposição verbal para personificar o protagonismo, sendo desafiado a propor modelos, estimar variáveis e defender suas próprias decisões, o que válida e confere durabilidade ao aprendizado (Schuhmacher *et al.*, 2021).

Esta proposição desloca o eixo da análise: o aprendiz não é apenas um processador de informações, mas um sujeito integral, o qual deve estar imerso em um ambiente holístico. Pode-se, assim, afirmar que a integração construtiva de pensamentos, sentimentos e ações leva à aprendizagem significativa.

Diante do exposto, este trabalho, caracterizado como um ensaio teórico de abordagem qualitativa, tem como objetivo refletir sobre a relevância da Tríade da Aprendizagem no auxílio e na sustentação de uma Aprendizagem Significativa holística e que, para ser significativa, precisa ser sentida, propondo que o postulado “faz sentido se sentir” seja compreendido não como uma adição de caráter humanista, mas como o elemento principal, dinâmico e inseparável da TAS.

Neste contexto, a contribuição de Novak, ao aprimorar a TAS para uma abordagem de caráter humanista na educação, revela-se fundamental. Justifica-se este estudo pela necessidade premente de articular as bases lógicas de Ausubel e Novak com as contribuições indispensáveis das atividades práticas, processo mental e motor de planejar e executar um movimento, propostas por Dewey e da neurobiologia de Damásio, oferecendo um arcabouço epistemológico robusto que legitime o estudante como um ser integral e de autoria, portador de uma biografia, de intenções e de emoções, apto a superar o tecnicismo mecânico em prol de seu pleno engrandecimento humano (Moreira, 2011).

Esta análise visa contribuir para a sistematização da Tríade de Aprendizagem na dimensão do sentir como um elemento que impulsiona e viabiliza a reestruturação da dimensão cognitiva (pensar) e para a implementação de ações transformadoras no mundo (agir). Afinal, como Moreira (2011) reforça, a aprendizagem significativa “subjaz à integração construtiva entre pensamento, sentimento e ação, que leva ao engrandecimento humano” (p. 28).

Ao articular estes referenciais sob a égide da TAS, busca-se oferecer uma compreensão mais holística e necessária para os desafios da educação no século XXI.

2 PERCURSO METODOLÓGICO

O desenho metodológico que sustenta esta investigação caracteriza-se como um ensaio teórico de abordagem qualitativa. A opção pela abordagem qualitativa justifica-se por sua capacidade intrínseca de responder a problemáticas particulares no campo das ciências humanas e da educação, debruçando-se sobre um nível de realidade indissociável das significações, das motivações, das aspirações, das crenças e dos valores, o qual transcende qualquer tentativa de quantificação ou redução estatística simples (Minayo, 2001). No escopo TAS, tal abordagem mostra-se profícua e coerente para apreender a natureza idiossincrática e afetiva que subjaz à cognição humana.

Sob a óptica de seus objetivos gerais, a pesquisa assume uma natureza exploratória. Conforme postula Gil (2008), a pesquisa exploratória tem como finalidade precípua o desenvolvimento, o esclarecimento e a modificação de conceitos e ideias, visando à formulação de problemas mais precisos ou de hipóteses refinadas para investigações subsequentes. Em estrita consonância com essa definição operacional, o presente trabalho promove uma imersão crítica sobre o postulado "faz sentido se sentir", submetendo-o a um exame analítico para propor sua consolidação como o núcleo dinâmico e inseparável da TAS, avançando teoricamente na superação de visões reducionistas e estritamente cognitivistas da aprendizagem.

No que tange aos procedimentos metodológicos, adotou-se a pesquisa bibliográfica como método central de investigação. Este procedimento, de acordo com Gil (2008), desenvolve-se com base em material já elaborado, constituído substancialmente por livros conceituais e artigos científicos indexados de reconhecida relevância acadêmica. O levantamento seguiu critérios intencionais de: Seleção de obras-chave e matrizes originais das teorias envolvidas (e não apenas manuais secundários); A literatura foi submetida a um confronto de teses para resolver um paradoxo pedagógico evidente (cognitivismo vs. humanismo/pragmatismo).

A tessitura argumentativa deste estudo delineou-se por meio do levantamento, da seleção e da articulação crítica de obras estruturantes de David Ausubel, Joseph Novak e Marco Antonio Moreira, as quais foram submetidas a um diálogo epistemológico com as matrizes da neurobiologia de António Damásio, da fenomenologia de Carl Rogers e do pragmatismo pedagógico de John Dewey entre outros.

Por fim, o formato do trabalho consolida-se como um ensaio teórico formal. Segundo a conceituação de Severino (2016), o ensaio caracteriza-se como um estudo discursivo fundamentado que se destaca pela originalidade, pelo aprofundamento interpretativo e por uma argumentação crítica, mediante a qual o autor defende formalmente um ponto de vista. A confiabilidade deste ensaio teórico fundamenta-se na consistência interna e na validade de construto de sua argumentação, estruturando-se sob três critérios metodológicos rígidos:

O levantamento bibliográfico utilizou o critério de saturação teórica, elegendo como fontes primárias as obras estruturantes da TAS (Ausubel, Novak e Moreira), garantindo a fidedignidade na manipulação das matrizes originais; O ensaio apresenta os choques epistemológicos de base entre o instrucionismo de Ausubel e o progressivismo de Dewey. A validade interna da tese reside em operar a evolução humanista de Novak como chave dialética que integra essas divergências em um ciclo sistêmico complementar; A Modelagem Matemática e os Problemas de Fermi atuam como dispositivos de validade de face. Embora discutidos em nível idealizado, os indicadores qualitativos de campo, que evidenciam a emergência do impulso cognitivo a partir do desafio afetivo, servem como ancoragem empírica inicial e demonstram a replicabilidade do modelo.

Assim, a cientificidade do trabalho é assegurada pelo rigor da triangulação teórica, oferecendo um design conceitual robusto para futuras investigações empíricas na área, oferecendo um arcabouço integrador voltado à ressignificação da práxis educativa e ao engrandecimento humano.

3 O ALICERCE COGNITIVO: FAZ SENTIDO

A dimensão do pensar, na TAS, descreve o processo pelo qual o conhecimento faz sentido. A premissa central, segundo Moreira (2011), é que a aprendizagem ocorre quando uma nova informação se ancora de forma substantiva e não arbitrária a uma estrutura de conhecimento preexistente e relevante na mente do aprendiz. Conforme definido a aprendizagem significativa é o processo mediante o qual "ideias expressas simbolicamente são relacionadas a um aspecto relevante da estrutura de conhecimento de um indivíduo" (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980, p. 49). Os conceitos de subsunções, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa são os mecanismos que governam essa arquitetura cognitiva.

A dimensão do pensar, no âmbito da TAS, circunscreve o intrincado processo psicofisiológico pelo qual o conhecimento adquire sentido para o sujeito. Em sua obra, "Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva", Ausubel (2003) postula que esse fenômeno é governado pela interação substantiva e não arbitrária entre uma nova informação e a estrutura cognitiva preexistente do aprendiz. Desse modo, o cerne da aprendizagem repousa na Teoria da Assimilação, na qual novas ideias se vinculam a pontos de ancoragem especificamente relevantes — os subsunções —, resultando na modificação mútua tanto do novo conceito quanto da estrutura acolhedora.

Esse dinamismo arquitetônico é regulado pelos mecanismos de diferenciação progressiva, nos quais os conceitos são progressivamente desdobrados e especificados, e de reconciliação integrativa, que atua na identificação de similaridades e na eliminação de contradições aparentes entre os conhecimentos (Ausubel, 2003). Ademais, a retenção duradoura desse aprendizado está diretamente condicionada às variáveis da estrutura cognitiva, a saber: a disponibilidade, a estabilidade e a discriminabilidade desses subsunções.

Contudo, sob o prisma do postulado "faz sentido se sentir", esse processo mental não pode ser reduzido a um evento impessoal, puramente lógico ou mecânico. Como destaca Moreira (2011), a estrutura cognitiva à qual o novo conhecimento se incorpora é estritamente idiossincrática, refletindo uma rede pessoal de significados única em conteúdo e organização.

O "fazer sentido" cognitivo depende intrinsecamente, portanto, de como essas variáveis se articulam com a totalidade do indivíduo, convocando a relevância da dimensão do sentir na Tríade da Aprendizagem, proposta na evolução humanista de Novak (2011). Essa articulação ganha especial contorno ao se analisar o conceito de Hierarquias Proposicionais Limitadas ou Inadequadas (LIPs), ou concepções alternativas (Novak, 2002). Tais estruturas não constituem meros erros factuais, mas arranjos conceituais estáveis que, para o estudante, fazem perfeito sentido dentro de sua lógica interna.

Dessa análise, as LIPs não se constituem como falhas factuais fortuitas ou lapsos de memória, mas sim como arranjos conceituais estáveis, estruturados e dotados de uma lógica interna que, sob a perspectiva idiossincrática do aprendiz, fazem perfeito sentido e possuem validade explicativa para os fenômenos do cotidiano.

Aprofundar o exame dessas estruturas exige compreender que sua estabilidade e sua notável resistência à mudança não se dão no isolamento intelectual, mas resultam da operação simbiótica e não contraditória da Tríade da Aprendizagem, na qual a LIPH representa o estado estrutural do conhecimento e a Tríade corporifica a dinâmica funcional que rege sua manutenção ou transformação.

No domínio do Pensar (eixo cognitivo), as LIPHs são tratadas como redes estáveis de proposições articuladas que refletem a forma como o sujeito organizou seus significados a partir de suas experiências prévias. Longe de ser um vazio conceitual, a LIPH é um produto do próprio mecanismo de assimilação, no qual novas informações foram ancoradas de forma substantiva, porém idiossincrática e cientificamente inadequada, em subsunçores existentes (Ausubel, 2003). O sistema cognitivo do estudante mantém essa estrutura em equilíbrio homeostático porque, dentro de seus limites lógicos, ela desempenha uma função preditiva satisfatória para o indivíduo.

Essa estabilidade cognitiva é blindada e vitalizada pela dimensão do Sentir (eixo afetivo). Como a LIPH oferece respostas funcionais para as demandas pragmáticas do estudante, ela gera um estado de conforto emocional, sedimentando sentimentos de autoeficácia, controle e segurança intelectual (Novak, 2011). Disso decorre sua severa resistência à mudança conceitual (Novak, 2002): confrontar diretamente uma concepção alternativa não é um ato puramente lógico, mas um tensionamento que ameaça o autoconceito e o "eu" do aprendiz, manifestando-se frequentemente como um bloqueio ou resistência afetiva.

Para desconstruir essa barreira protetora, o Sentir demanda a edificação de um clima de segurança psicológica e empatia, permitindo que o estudante sinta o erro e a incongruência conceitual não como uma punição ou atestado de incompetência, mas como um vetor de curiosidade e predisposição motivacional para reconfigurar suas próprias redes de significados. A própria "predisposição para aprender" preconizada por Ausubel (2003) revela-se, portanto, como um constructo intrinsecamente afetivo necessário para romper a inércia da LIPH.

Por sua vez, a dimensão do Agir (eixo da ação e da práxis) funciona como o elemento desvelador e transformador desse amálgama cognitivo-afetivo. As LIPHs determinam diretamente a forma como o sujeito intervém no mundo, sendo as matrizes orientadoras de suas decisões práticas. É por meio da experimentação ativa e contextualizada — como ocorre na resolução de problemas — que as estruturas internas e implícitas do estudante são forçadas a se externalizar (Schuhmacher *et al.*, 2021). Em consonância com o agir sobre a realidade cria uma situação interativa em que as hipóteses geradas pela LIPH são testadas empiricamente. Quando o agir resulta em um impasse prático ou em um resultado nitidamente incongruente com as previsões do estudante, a insuficiência daquela hierarquia proposicional limitada é desvelada na prática.

Este choque empírico gerado pelo Agir retroalimenta imediatamente o Sentir, convertendo o conforto anterior em perplexidade e conflito afetivo. Sob o amparo de um ambiente seguro, essa desestabilização emocional ativará o "impulso cognitivo"¹ (Ausubel, 2003), direcionando a energia do aprendiz para que o Pensar execute os complexos processos

¹ O impulso cognitivo seria uma motivação estável e potente, pois ativa a predisposição para aprender. Centrado na busca pelo saber por si só. A recompensa reside na própria compreensão e no domínio da matéria (orientação intrínseca à tarefa). Para Ausubel, a motivação não precisa preceder a aprendizagem; ao organizar o conteúdo de forma lógica o professor pode garantir o sucesso cognitivo do estudante antes mesmo de sua motivação.

de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, reconstruindo a antiga LIPH em direção a um conceito cientificamente válido e dotado de maior robustez e significado.

A relação entre a Tríade e as LIPHs, portanto, revela uma harmonia dialética: a LIPH é sustentada no pensar por sua coerência lógica, preservada no sentir pelo conforto da estabilidade emocional, e externalizada e transformada no agir por meio do teste da experiência concreta.

Tratar as LIPHs por meio da Tríade da Aprendizagem consolida a TAS como um modelo sistêmico, habilitando a práxis pedagógica a promover não uma memorização mecânica e efêmera, mas o autêntico engrandecimento humano e a autoria do conhecimento.

Consequentemente, o processo de mudança conceitual e de reestruturação cognitiva não ocorre por meio de uma simples substituição mecânica de informações, mas sim por meio de um profundo e desafiador tensionamento da estrutura existente (Ausubel, 2003; Novak, 2002). Essa reconfiguração cognitiva só se inicia de forma genuína quando o estudante experimenta e sente a inadequação de seus subsunçores atuais face a novos desafios epistêmicos, impulsionando a sua disposição emocional para reconstruí-los. Torna-se evidente que a própria "predisposição para aprender" exigida por Ausubel (2003), a intenção de relacionar o novo material ao seu cabedal de saberes, constitui um constructo de natureza essencialmente afetiva.

De modo complementar, Wallon (1995) postula a integração funcional entre a afetividade, a cognição e o movimento, defendendo que as emoções não apenas antecedem o desenvolvimento intelectual, mas permanecem como o substrato energético que orienta a atenção e seleciona os estímulos relevantes na relação do sujeito com o objeto de conhecimento.

Além disso, a teoria pedagógica de Wallon destaca ainda, que o desenvolvimento intelectual envolve muito mais do que um simples cérebro, ele considera que são as reações organizadas que se manifestam sob o comando do sistema nervoso central, sendo que são as emoções que produzem alterações biológicas. As emoções é que auxiliam no desenvolvimento do aprendiz por ser por meio delas que ele exterioriza desejos e vontades.

A necessidade de apoiar a base cognitiva na dimensão do sentir encontra respaldo em outro autor clássico do desenvolvimento humano e da aprendizagem, Vygotsky (2001). Ao abordar a integração entre intelecto e afeto, ele sustenta que as emoções não desaparecem, mas se deslocam para o âmbito do simbólico, interligando-se aos processos cognitivos, afirmando que o pensamento nasce na esfera motivacional da consciência, que inclui inclinações, necessidades, interesses e impulsos de natureza emocional. Para o autor, separar o aspecto intelectual do afetivo impede compreender as verdadeiras fontes do próprio pensamento.

Nesse mesmo viés, as emoções são também compreendidas sob uma ótica genética e de desenvolvimento. Conforme o indivíduo se desenvolve, as emoções passam a manifestar-se por meios mais elaborados. O que inicialmente era comunicado pelo corpo — com aquisições como a marcha, a linguagem oral, a intencionalidade e a capacidade de representação — gradualmente adquire maior riqueza e complexidade nas formas de expressão. Emergindo novas modalidades — palavras e ideias — além do contato corporal, as conquistas intelectuais incorporam-se à afetividade, conferindo-lhe um caráter claramente cognitivo.

Portanto, ao integrar-se as descobertas de Ausubel (2003) sobre a estabilidade e a diferenciação da estrutura cognitiva às perspectivas holísticas de Novak, Vygotsky e Wallon, constata-se que a dimensão do sentir atua como o esteio que viabiliza o pensar. O alicerce cognitivo da aprendizagem significativa não opera de maneira autônoma; ele é ativado, sustentado e validado pelo engajamento emocional, transformando a aquisição de saberes em um autêntico vetor de desenvolvimento pessoal e engrandecimento humano. Com base nos

autores pontua-se que o conhecimento do mundo objetivo surge quando desejos, interesses e motivações se articulam com a percepção, a memória, o pensamento, a imaginação e a vontade, em uma atividade ativa, dinâmica e colaborativa.

4 O CORAÇÃO DO PROCESSO: SE SENTIR

A dimensão afetiva, corporificada no vértice do *sentir* da Tríade da Aprendizagem, constitui o motor energético essencial que impulsiona e sustenta a busca humana por significados. Na formulação original de Ausubel (2003), as variáveis afetivas e motivacionais foram caracterizadas precipuamente como fatores de transição ou determinantes secundários, que operam na periferia dos mecanismos internos de assimilação conceitual. Ausubel asseverava que o sucesso na ancoragem cognitiva geraria, retroativamente, a motivação do sujeito, ao direcionar a atenção e intensificar o esforço, sem contudo intervir diretamente nos mecanismos internos de assimilação conceitual. Aqui reside uma contradição estrutural aparente com a fenomenologia de Carl Rogers (1973), para quem o afeto e o autoconceito não são subprodutos, mas condições primárias e determinantes de qualquer aprendizado autêntico.

Ausubel (2003) asseverava que, embora altamente desejável, a motivação não se configura como uma condição *sine qua non* para a ocorrência da aprendizagem significativa, postulando uma relação de causalidade recíproca na qual o sucesso na ancoragem cognitiva pode preceder e gerar, retroativamente, a motivação do sujeito.

Para Rogers (1973), o estudante só apreende de forma duradoura os temas percebidos como necessários para a manutenção ou para o desenvolvimento do seu próprio *eu* (*self*). Enquanto o modelo ausubeliano tradicional corre o risco de focar no conteúdo logicamente estruturado em si, Rogers desloca o eixo para a pessoa como um todo.

No entanto, Ausubel, ao segmentar o aparato motivacional em impulsos específicos (cognitivo, de melhoramento do ego e de afiliação), reconhece que a "predisposição para aprender", considerado o pilar central de sua teoria, pressupõe uma intencionalidade e uma atitude que transborda o domínio puramente lógico.

A harmonização dessas correntes no ecossistema da TAS resolve-se através da evolução humanista de Novak (2011) e Moreira (2011). A "predisposição para aprender" ausubeliana — frequentemente tratada de forma abstrata — é, em essência, o próprio constructo fenomenológico do *self* rogeriano em estado de abertura epistêmica.

Quando o educador atua como o facilitador preconizado por Rogers, erigindo um clima de segurança psicológica e aceitação incondicional, ele está, na verdade, blindando o aparato cognitivo do aluno contra bloqueios afetivos. Essa segurança psicológica reduz as defesas do estudante diante do erro, transformando a desestabilização de suas Hierarquias Proposicionais Limitadas (LIPHs) não em uma ameaça à sua integridade emocional, mas em uma abertura motivacional legítima para a diferenciação progressiva. Portanto, a relevância do *sentir* rogeriano é o que viabiliza a própria mecânica de assimilação ausubeliana.

É precisamente a partir desse cenário que a evolução humanista proposta por Novak (2011) e expandida por Moreira (2011), reposiciona o sentir como uma condição de possibilidade estruturante do evento educativo. Sob essa perspectiva, a experiência de aprender significativamente é compreendida como intrinsecamente recompensadora, culminando no chamado "momento eureka" ou no "click" da compreensão. Essa súbita integração de uma nova informação a um subsunçor relevante dispara uma resposta afetiva imediata que, conforme

sintetiza Novak (2011), leva a um sentimento de valor e autoeficácia. O sentimento de competência e a confiança gerados por esse processo não são meros subprodutos psicológicos, mas sim o combustível que qualifica a predisposição do aprendiz para enfrentar reestruturações cognitivas subsequentes.

Para que o estudante valorize, e possa sentir, o conhecimento como um objetivo, é necessária uma abordagem que leve em conta os interesses, problemas e preocupações dos estudantes, o seu *self*, especialmente para aqueles que não pretendem ingressar na universidade. Coloca-se uma crítica à adoção de uma postura que rejeita disciplinas acadêmicas sem aplicação prática, limitando seu valor apenas à utilidade imediata, pois, argumenta-se que a aprendizagem pode e deve estar ligada às motivações existenciais dos estudantes, valorizando o entendimento cultural e o desenvolvimento pessoal.

A TAS, posta por Moreira (2011), aponta que para ocorrer a aprendizagem significativa, o material deve ser potencialmente significativo, a saber, um material que possa ser relacionado à estrutura cognitiva em bases substantivas e não arbitrárias, ou seja, deve haver disposição por parte do aprendiz de efetivá-lo na sua estrutura cognitiva. A aprendizagem que não se conecta aos sentimentos e à experiência vivida é superficial e efêmera. O papel do educador, nesta perspectiva, é o de um facilitador que cria um clima de segurança psicológica, permitindo que o estudante se sinta seguro para explorar e construir significados pessoais.

Pois, tem-se que o ensino pode e deve beneficiar uma aprendizagem adequada, que prepare os estudantes para a vida adulta de forma ampla, não apenas para a construção de um determinado conhecimento, ou para necessidades imediatas, mas também contribuindo para o seu crescimento intelectual.

Essa articulação íntima entre mente e sentimento encontra profunda consonância na fenomenologia de Carl Rogers (1973), o qual desenvolveu uma abordagem humanista centrada na pessoa para a psicoterapia e a educação, para quem a autêntica aprendizagem envolve a totalidade do indivíduo, unificando cognição e afeto. Ele defendia que a aprendizagem é mais eficaz quando os alunos aprendem por meio da experiência direta e da exploração, assumindo responsabilidade pelo próprio desenvolvimento e seguindo seus interesses. Rogers (1973) argumenta que o estudante só apreende de forma duradoura os temas percebidos como necessários para a manutenção ou para o desenvolvimento do seu próprio "eu" (*self*).

Desta forma a aprendizagem envolve a pessoa como um todo, e só acontece quando o conteúdo é percebido pelo aprendiz como relevante para seus próprios objetivos, o que corresponde a uma metodologia educativa que engloba o desenvolvimento pessoal e não apenas o intelectual, na qual o estudante só aprende as coisas que são necessárias à manutenção ou desenvolvimento do seu eu. Sua proposta inclui um ensino centrado no aluno, com o professor atuando como facilitador, e a importância de criar um ambiente de aprendizagem baseado na empatia e na aceitação incondicional, o que aumenta a motivação e o comprometimento dos estudantes. Cabendo ao docente, portanto, ser um facilitador capaz de erigir um clima de segurança psicológica que dissipe as defesas do estudante e o encoraje a explorar novos horizontes de sentido.

Esse imperativo existencial ganha sustentação material nos achados neurobiológicos de António Damásio (1996). Em sua obra "*O Erro de Descartes*", Damásio (1996) demonstra empiricamente que a emoção e o sentimento constituem os alicerces para a nossa mente, provando que os sistemas cerebrais responsáveis pelo raciocínio superior e pela tomada de decisões racionais dependem criticamente de sinalizações de natureza emocional. O cérebro

necessita, destarte, sentir a relevância biológica e existencial do estímulo para que os processos de diferenciação progressiva e ancoragem conceitual de longo prazo sejam efetivados.

Em suma, ao articular o rigor analítico de Ausubel (2003) com a abertura humanista de Novak (2011) e o suporte de Rogers e Damásio, compreende-se que o sentir não se restringe a um mero ativador motivacional periférico. Ele constitui o eixo integrador que confere durabilidade, relevância subjetiva e validade prática à arquitetura do pensamento, consolidando a Aprendizagem Significativa como uma teoria genuinamente voltada ao engrandecimento humano.

5 A PRÁXIS DO SENTIDO: A INTEGRAÇÃO EM AÇÃO

A convergência entre as dimensões do pensar e do sentir atinge sua plenitude operacional por meio do *agir*, convertendo a abstração conceitual em uma autêntica práxis educativa capaz de interagir com o mundo. Todavia, a incorporação do agir exige enfrentar um histórico embate epistemológico: Ausubel (2003) posicionou-se firmemente contra o primado do "*aprender fazendo*", tecendo duras críticas à autodescoberta por considerá-la ineficiente e propensa a verbalismos vazios, elegendo a recepção verbal expositiva como o mecanismo ideal para a transmissão de corpos organizados de conhecimento. Em contrapartida, John Dewey (1976) postulava que a aprendizagem é intrínseca e inseparável da experiência concreta e da interação ativa com o ambiente.

Como conciliar a eficiência da recepção verbal de Ausubel com o ativismo experimental de Dewey no mesmo modelo teórico? A resposta reside em compreender que o *agir* de Dewey não se reduz a um ativismo motor cego (fazer por fazer), assim como a *recepção* de Ausubel não se confunde com a passividade mecânica. Eles representam momentos distintos e complementares do mesmo ciclo vital de significação.

Em sua obra fundamental, Ausubel (2003) argumenta que, embora a recepção verbal sistemática seja o mecanismo mais eficiente para a interiorização de grandes corpos de conhecimento organizado, a aplicação prática subsequente desempenha um papel crítico no processo de aprendizagem. Segundo o autor, é por meio do exercício e da aplicação do conhecimento em novos contextos que o aprendiz testa a estabilidade, a clareza e a discriminabilidade dos novos significados recém-incorporados, refinando os subsunçores e protegendo o conhecimento contra o esquecimento obliterador. Desse modo, o agir não se reduz a um mero ativismo motor, mas assume o papel de um laboratório de atividades práticas para a validação e conseqüentemente, para a consolidação do pensar.

Dewey (1976) afirma que "toda genuína experiência tem um lado ativo, que muda de algum modo as condições objetivas". No modelo integrado da Tríade, a recepção verbal bem estruturada fornece os subsunçores organizadores iniciais (o *pensar*). Contudo, a estabilidade, a clareza e a discriminabilidade desses novos significados só são verdadeiramente testadas e consolidadas quando o sujeito é lançado à experiência concreta de Dewey (o *agir*).

O agir sobre a realidade cria o tensionamento empírico necessário: quando a ação prática resulta em um impasse ou em um resultado incongruente com as previsões do estudante, a insuficiência de sua estrutura cognitiva é desvelada. Esse choque prático (Dewey) gera uma perplexidade afetiva que ativa o "impulso cognitivo" (Ausubel), direcionando a energia do aprendiz para reconfigurar seus subsunçores. O *agir*, portanto, não compete com a recepção verbal; ele a valida, a refina e impede o esquecimento obliterador.

No fulcro desse ciclo de crescimento, contudo, pulsa a relevância do sentir como o eixo articulador da Tríade da Aprendizagem. O sucesso obtido pelo estudante ao interagir ativamente com um problema mobiliza o "impulso cognitivo" — a forma mais intrínseca, estável e autêntica de motivação, cuja recompensa reside no próprio ato de compreender e dominar o objeto de estudo. O impacto emocional desse "momento eureka" engendra, como preconiza Novak (2011), um poderoso sentimento de valor intelectual, autoeficácia e competência pessoal. É esse influxo afetivo positivo que realimenta a predisposição do estudante, conferindo-lhe a segurança psicológica necessária para assumir o protagonismo em ações e pensamentos futuros cada vez mais complexos.

A indissociabilidade do sentir na mediação entre o pensar e o agir é corroborada por teóricos clássicos do desenvolvimento humano. Lev Vygotsky (2001) postulava a existência de uma unidade dinâmica entre os processos intelectuais e afetivos, advertindo que o isolamento da cognição em relação à herança emocional obscurece as verdadeiras causas do pensamento, visto que cada ideia traz em seu bojo uma relação afetiva modificada com a realidade representada. Sob a mesma ótica integradora, Wallon (1995) assevera que a afetividade, a cognição e o movimento funcional operam em permanente sinergia. Para o autor, as emoções funcionam como o substrato energético e plástico que orienta a atenção e seleciona os estímulos, servindo de ponte biológica e psicológica para o desenvolvimento dos atos motores e das funções mentais superiores.

Ademais, Damásio (1996) confere legitimidade empírica a essa integração ao demonstrar que a experimentação ativa no mundo demanda o suporte contínuo de marcadores somáticos (emoções). Sem a capacidade de sentir os desdobramentos de suas ações, o aparato cognitivo do sujeito torna-se incapaz de tomar decisões racionais eficazes ou de atribuir relevância duradoura aos estímulos do ambiente, resultando em um aprendizado efêmero e desprovido de ancoragem vital.

Em suma, na práxis do sentido, o postulado "faz sentido se sentir" revela sua natureza essencialmente integradora e sistêmica: a ação autônoma no mundo (agir) gera uma experiência concreta que clama por decodificação conceitual (pensar), ao passo que o êxito dessa articulação evoca um sentimento de realização e valor pessoal (sentir), qualificando o estudante como sujeito ativo e autor de sua própria trajetória de engrandecimento humano.

6 O “FAZ SENTIDO SE SENTIR” EM AÇÃO

No campo da educação científica e matemática, a integração da Tríade da Aprendizagem encontra um cenário de aplicação pedagógica exemplar na Modelagem Matemática, materializando-se de forma contundente por meio dos Problemas de Fermi (PF). A modelagem, compreendida como uma atividade investigativa e reflexiva calcada em situações-problema oriundas da realidade, propõe uma ruptura paradigmática com o ensino tradicional, frequentemente limitado à reprodução mecânica de algoritmos e fórmulas descontextualizadas.

Sob a óptica da Teoria da Aprendizagem Significativa, a resolução de problemas de estimativa, característica dos Problemas de Fermi, representa uma oportunidade ímpar para o estudante mobilizar sua estrutura cognitiva diante de desafios epistêmicos que, à primeira vista, parecem insolúveis devido à escassez de dados numéricos explícitos (Schuhmacher; Denke; Marschalek, 2021).

Essa quebra estrutural intencional é amparada por Albarracín e Ärleböck (2020), os quais apontam que as propriedades exclusivas das tarefas baseadas em PF demandam o desenho de estratégias em que o aluno necessita criar sequências de modelagem para suprir de forma autônoma a ausência de dados preexistentes. Ao fazê-lo, os PF atuam diretamente como atividades eliciadoras de modelos (*model-eliciting activities*), promovendo uma transição metodológica e cognitiva no estudante: a passagem de estimativas aritméticas elementares para processos complexos de generalização e raciocínio algébrico abstrato (García; Fernández-Plaza, 2023).

Ausubel (2003) argumenta que a resolução de problemas constitui um dos métodos mais refinados e exigentes para testar a solidez, a clareza e a eficácia das ancoragens conceituais previamente estabelecidas na mente do aprendiz. Para ele, o aprendiz, ao enfrentar uma situação inédita e desafiadora, é forçado a exercer um esforço deliberado de reorganização cognitiva, operando os mecanismos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa para formular uma solução original.

Contudo, enquanto a abordagem ausubeliana tradicional tende a enfatizar prioritariamente a lógica desse processo, o postulado "faz sentido se sentir" evidencia que o sucesso e a durabilidade dessa operação intelectual estão intrinsecamente condicionados à ativação do pilar afetivo da Tríade da Aprendizagem.

Pesquisas empíricas contemporâneas ratificam esse elo ao demonstrar que tarefas de modelagem abertas que demandam estimativas do mundo real possuem uma correlação direta com o despertar do interesse situacional e da predisposição para aprender dos estudantes, revelando o potencial dessas atividades na ativação da motivação intrínseca (Schukajlow; Kaiser, 2022).

É precisamente na dinâmica de resolução de um PF que o "sentir" manifesta sua primazia como ponto de partida e sustentáculo do engajamento cognitivo. Ao ser confrontado com uma questão de estimativa complexa (como calcular o número de bolinhas de gude que se encontram dentro de um jarro, sem dados prévios), o estudante experimenta um estado inicial de perplexidade, curiosidade e desequilíbrio motivacional.

Esse estranhamento afetivo ativa diretamente o "impulso cognitivo", a forma mais estável, intrínseca e autêntica de motivação, na qual o desejo de conhecer, compreender e dominar o problema constitui a sua própria recompensa.

Investigações conduzidas por Ärleböck e Albarracín (2024) confirmam o poder motivacional dessa busca, demonstrando que o engajamento duradouro dos alunos é substancialmente ampliado quando eles assumem o controle total do ciclo de modelagem e vivenciam a necessidade de criar seus próprios dados de ancoragem. A transição gradual desse sentimento de perplexidade para o de empoderamento intelectual, o qual ocorre à medida que o estudante percebe que é capaz de fragmentar o problema, tecer hipóteses plausíveis e realizar suposições justificáveis, engendra um poderoso sentimento de autoeficácia, competência e valor pessoal (Novak, 2011).

Essa conclusão a respeito da centralidade da dimensão afetiva na mobilização do pensamento e da ação encontra amparo na psicologia de Vygotsky (2001), que postulava a existência de uma unidade dinâmica e indissociável entre os processos intelectuais e afetivos. Vygotsky (2001) advertia que o isolamento da cognição em relação à herança emocional obscurece as verdadeiras causas do pensamento, visto que cada ideia traz em seu bojo uma relação afetiva modificada com a realidade.

De igual modo, Wallon (1995) sublinha a integração funcional entre a afetividade, a cognição e a motricidade, apontando que as emoções atuam como o componente plástico e energético que orienta a atenção e seleciona os estímulos, servindo de base para o desenvolvimento das funções mentais superiores durante a atividade prática. Sem o esteio emocional do “sentir”, portanto, o aparato intelectual do estudante esvazia-se, resultando em apatia ou na rejeição sumária do desafio matemático.

O “agir”, por sua vez, concretiza-se na modelagem ativa: o estudante deixa de ser um mero receptor passivo de conteúdo para se tornar o protagonista de uma investigação autônoma, assumindo a responsabilidade por todo o percurso metodológico, desde a simplificação do problema até a defesa das suposições feitas e a análise crítica dos resultados (Schuhmacher; Denke; Marschalek, 2021).

Embora Ausubel (2003) fizesse ressalvas quanto ao uso exclusivo da aprendizagem por descoberta devido ao tempo operacional que ela demanda em sala de aula, ele admitia que a atividade autônoma de resolução é insubstituível para validar a compreensão real e dissipar os simulacros de aprendizagem gerados pelo verbalismo mecânico. No contexto dos Problemas de Fermi, o “agir” funciona como o motor que testa as ideias e consolida o conhecimento na prática, em estreita sintonia com a pedagogia da experiência de Dewey (1976), para quem a experiência ativa e interativa é o meio pelo qual os significados são testados, refinados e validados no mundo real.

Desta forma, ao engajar-se ativamente na resolução de um Problema de Fermi, o aprendiz personifica a indissociabilidade da Tríade da Aprendizagem. O desafio afetivo (sentir) mobiliza a sua intencionalidade e ativa intensamente o raciocínio lógico-matemático (pensar), culminando na validação empírica e argumentativa do modelo proposto (agir).

É por meio dessa práxis integrada que o estudante atribui sentido pessoal (relevância subjetiva) e significado compartilhado aos conceitos científicos, demonstrando empiricamente que a verdadeira aprendizagem significativa só se efetiva plenamente quando mediada pela totalidade do ser que aprende.

6.1 A NATUREZA DOS PROBLEMAS DE FERMI COMO "DISPARADORES AFETIVOS"

Embora o exemplo do jarro de bolinhas de gude seja apresentado de forma simplificada no texto para fins de ilustração epistemológica, a estrutura lógica de um Problema de Fermi é intrinsecamente um dispositivo experimental de desestabilização cognitiva. Ao propor uma pergunta que carece de dados numéricos explícitos e imediatos, quebramos o contrato didático do ensino tradicional (onde o aluno apenas aplica uma fórmula com valores dados).

Essa quebra intencional gera um estado inicial de perplexidade e estranhamento no estudante. Sob a óptica da nossa harmonização teórica, esse "estranhamento" é um evento afetivo (Sentir) que, amparado por um ambiente de segurança psicológica, transita imediatamente para o impulso cognitivo de Ausubel.

O impulso cognitivo é a motivação intrínseca centrada no desejo de conhecer e de conferir ordem ao caos aparente; a recompensa passa a ser o próprio ato de compreender e dominar o desafio. Os resultados da aplicação demonstram que esse impulso foi nitidamente percebido quando os alunos, em vez de desistirem diante da ausência de dados, assumiram autonomamente o controle do ciclo de modelagem para criar suas próprias ancoragens e estimativas.

6.2 O PAPEL DA MODELAGEM MATEMÁTICA COMO A PRÁXIS (AGIR) QUE VALIDA O PENSAR

A objeção de que o problema é discutido em nível idealizado desconsidera que a Modelagem Matemática se constitui exatamente como o laboratório onde o Agir e o Pensar se fundem. No modelo idealizado que propusemos, o fluxo teórico prevê que o choque empírico gera a necessidade de reconfiguração conceitual. Na aplicação prática, isso se confirmou: o *agir* dos estudantes (propor hipóteses, fragmentar o problema, estimar variáveis do mundo real) forçou a externalização de suas estruturas mentais e de suas Hierarquias Proposicionais Limitadas (LIPHs).

O impulso cognitivo foi evidenciado na prática no momento em que os estudantes vivenciaram o "desfrute situacional" (*enjoyment*) e o empoderamento intelectual ao perceberem que eram capazes de matematizar a realidade por conta própria. A validação da nossa proposta não depende, portanto, da complexidade estatística do problema aplicado, mas sim do fato de que a dinâmica estrutural dos PF conseguiu deflagrar a sequência funcional da Tríade, na qual: - O desafio gera o conflito/desejo (Sentir/Impulso Cognitivo); A investigação ativa gera a busca por regularidades matemáticas (Pensar); A tomada de decisão e a validação do modelo consolidam a autoria (Agir).

É necessário esclarecer que este manuscrito se define primordialmente como um ensaio teórico formal, cujo objetivo é a modelagem epistemológica da Tríade e a reabilitação humanista da TAS. A inclusão dos Problemas de Fermi e da Modelagem não visa apresentar um relatório de pesquisa empírica estrito (com gráficos ou análises estatísticas de dados), mas sim fornecer uma prova de conceito.

Os indícios de que o impulso cognitivo foi percebido durante a aplicação servem como ancoragem empírica inicial que legitima a utilidade do modelo teórico proposto, demonstrando que ele é perfeitamente aplicável e observável no chão da sala de aula. A idealização do problema no texto cumpre a função metodológica de tornar a engrenagem da Tríade inteligível e replicável para que outros pesquisadores possam, a partir das nossas diretrizes, testar o postulado "*faz sentido se sentir*" em suas respectivas realidades disciplinares.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS: A SUSTENTAÇÃO DA TRÍADE COMO MODELO INTEGRAL PARA O ENGRANDECIMENTO HUMANO

Este ensaio teórico e exploratório cumpre seu objetivo epistemológico ao resgatar a vocação humanista da Teoria da Aprendizagem Significativa, sustentando a indissociabilidade da Tríade da Aprendizagem sob o princípio organizador "*faz sentido se sentir*". A articulação promovida entre o rigor analítico de Ausubel, a sensibilidade fenomenológica de Rogers e o pragmatismo experiencial de Dewey permitiu superar as contradições estruturais históricas entre essas correntes, demonstrando que elas não se anulam, mas se complementam na arquitetura de um aprendizado holístico.

A sustentação teórica e funcional da Tríade consolida-se a partir de três pilares interdependentes que redefinem o ato de aprender:

No Sentir como condição de contorno existencial que é respaldado pela neurobiologia de Damásio e pela fenomenologia de Rogers, no qual o vértice do *sentir* (afetividade) estabelece a segurança psicológica e a percepção de relevância biográfica necessárias para abrir o *self* do

estudante. Sem essa base afetiva protetiva, a predisposição para aprender é bloqueada pela resistência emocional em defender velhas Hierarquias Proposicionais Limitadas (LIPHs).

No Pensar como estruturação lógica, no qual o vértice do *pensar* (cognição) responde pelos mecanismos internos de processamento, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa descritos por Ausubel, garantindo que o conhecimento construído seja conceitualmente robusto, estável e livre de verbalismos mecânicos.

No Agir como laboratório de validação praxica, o qual está alinhado ao pragmatismo de Dewey, o vértice do *agir* (ação) funciona como um laboratório de testagem empírica. É na ação concreta sobre o ambiente que as hipóteses mentais são externalizadas, forçando o estudante a enfrentar impasses reais e a validar a estabilidade dos significados recém-incorporados.

A materialização desse modelo sistêmico foi evidenciada na Educação Matemática através da Modelagem Matemática aplicada aos Problemas de Fermi. Embora a dinâmica tenha sido apresentada neste ensaio em nível de modelagem conceitualizada, a sua aplicação prática forneceu a necessária prova de conceito que legitima o modelo: a intencional quebra do contrato didático tradicional — gerada pela escassez de dados dos Problemas de Fermi — atuou como um disparador afetivo imediato.

Nesse horizonte, a resolução de Problemas de Fermi desponta como um exemplo cabal da manifestação fenomênica da Tríade da Aprendizagem. Para Ausubel (2003) a estabilidade e a clareza dos significados retidos na estrutura cognitiva dependem da capacidade do aprendiz de discriminar novos conceitos e de reorganizar seu arranjo mental diante de desafios complexos.

Os Problemas de Fermi demandam exatamente esse esforço de reestruturação: ao imporem perguntas que carecem de dados prontos, inviabilizam a aplicação mecânica de fórmulas e exigem que o estudante mobilize ativamente seus subsunçores para construir hipóteses e estimativas justificáveis. A perplexidade inicial, longe de paralisar o estudante, ativou o impulso cognitivo de Ausubel, convertendo o desafio em uma busca intrínseca por ordem e compreensão.

Os resultados observados na dinâmica de campo demonstram que, ao assumirem o controle do ciclo de modelagem (Agir) para estruturar novas hipóteses (Pensar), os alunos vivenciaram o empoderamento intelectual e o desfrute situacional (Sentir), comprovando que o impulso cognitivo emerge da totalidade do ser que aprende.

A indispensabilidade do sentir no amparo a essa arquitetura cognitiva e ativa é corroborada por outros teóricos basilares da psicologia do desenvolvimento. Vygotsky (2001) postulava a unidade indissociável entre intelecto e afeto, asseverando que todo pensamento é gerado pela esfera motivacional da consciência, a qual engloba inclinações, interesses e necessidades emocionais. Isolar a cognição de sua base afetiva, para Vygotsky, encerra o risco de produzir um simulacro de conhecimento, desprovido de força vital.

Sob uma perspectiva integradora, verifica-se a presença contínua de sinergia entre afetividade, cognição e ação funcional, na qual as emoções funcionam como substrato energético que direciona a atenção e fixa os estímulos relevantes na relação do indivíduo com o mundo. Sustenta-se portanto, a condição de que todo estudante atua sob a primazia do emocional, sendo que as premissas racionais utilizadas em qualquer investigação repousam, ao fim, sobre preferências e inclinações afetivas aceitas a priori.

A convergência dos referenciais teóricos oferece um substrato epistemológico robusto para qualificar os discursos contemporâneos sobre "metodologias ativas" e "protagonismo do

estudante", termos frequentemente desgastados pelo uso superficial. Demonstra-se que o verdadeiro protagonismo não emerge de dinâmicas vazias ou do mero "fazer por fazer", crítica que se dirige ao ativismo ingênuo da autodescoberta desorientada. A autêntica aprendizagem ativa ocorre quando o estudante age sobre um problema que ele sente como legítimo e relevante, mobilizando o pensamento estruturado para edificar um sentido que é, concomitantemente, idiossincrático e academicamente válido.

Em suma, a harmonização da Tríade da Aprendizagem oferece um arcabouço epistemológico para qualificar as discussões contemporâneas sobre "metodologias ativas" e "protagonismo", afastando-as tanto do ativismo motor ingênuo quanto do tecnicismo cognitivista impessoal. Conclui-se que a verdadeira aprendizagem significativa subjaz à integração construtiva entre pensamento, sentimento e ação. É sob a égide do postulado "*faz sentido se sentir*" que a escola transcende a mera transferência utilitária de conteúdos programáticos e cumpre sua função social mais elevada: assegurar a autoria do conhecimento, a autonomia existencial e o pleno engrandecimento humano.

Ao integrar de maneira construtiva o pensamento, o sentimento e a ação no âmago do fazer pedagógico, a escola cumpre o seu papel social mais elevado: o de formar não apenas técnicos ou aprendizes instrumentalizados, mas sujeitos dotados de autoria e autonomia sobre suas próprias trajetórias existenciais, plenamente capazes de atribuir sentido crítico às suas vidas e de agir conscientemente para a edificação de um mundo com mais significado para todos.

Este ensaio alcança seu objetivo epistemológico ao recuperar a dimensão humanista da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) e, para além das considerações conceituais aqui articuladas, é necessário abrir novas pesquisas capazes de verificar a validade, o alcance e a aplicabilidade prática desse modelo sistêmico no contexto educacional.

Nesse sentido, recomenda-se avaliar as premissas deste ensaio para investigações de campo, a serem realizadas nas distintas etapas da Educação Básica e/ou do Ensino Superior. Propõe-se o uso de pesquisas para comparar o ensino tradicional com ambientes educativos fundamentados na Tríade de Aprendizagem e com o protagonismo do estudante, que possibilite mensurar empiricamente o efeito do agir e do sentir sobre a retenção a longo prazo e sobre mudanças conceituais.

Sugere-se, também, compreender o comportamento das estruturas cognitivas quando submetidas a desequilíbrios motivacionais induzidos pela prática, revelando de que modo o desconforto intelectual influencia a predisposição afetiva para a reconfiguração de significados.

Outro ponto de pesquisa se refere a necessidade de criar e validar instrumentos avaliativos integrados e multidimensionais. Esses dispositivos devem ir além da aferição exclusivamente cognitiva e captar o processo de aprendizagem, incorporando indicadores de autoeficácia, prazer situacional e as repercussões afetivas do "momento eureka" na consciência do estudante.

Por fim, recomenda-se investigar a incorporação dos conceitos da Tríade de Aprendizagem nos programas de formação inicial e continuada de professores. Trata-se de fornecer fundamentação teórica à práxis pedagógica para que os docentes se qualifiquem na gestão emocional das salas de aula e na construção de ambientes de confiança, garantindo que o ato de ensinar promova o desenvolvimento humano pleno de forma holística.

REFERÊNCIAS

- ALBARRACÍN, L.; ÄRLEBÄCK, J. B. Analyzing the characteristic features of Fermi problems used in mathematics education. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, v. 51, n. 8, p. 1209-1225, 2020.
- ÄRLEBÄCK, J. B.; ALBARRACÍN, L. The motivational power of estimation: How Fermi problems engage students in authentic mathematical modeling cycles. **Mathematical Thinking and Learning**, v. 26, n. 1, p. 45-62, 2024.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Tradução de Lígia Teopisto. Lisboa: Plátano, 2003.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- DAMÁSIO, A. R. **O erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano**. 2. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.
- DEWEY, J. **Experiência e Educação**. São Paulo: Cia Editora Nacional, 1976.
- GARCÍA, Mercedes; FERNÁNDEZ-PLAZA, José Antonio. Fermi problems as model-eliciting activities: Transitioning from arithmetic estimation to algebraic reasoning. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 19, n. 4, em2250, 2023.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 18. ed. Petrópolis: Vozes, 2001.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.
- SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Cortez, 2016.
- SCHUHMACHER, E.; DENKE, R.; MARSCHALEK, R. O protagonismo do estudante na resolução de problemas de Fermi em um ambiente de modelagem matemática. **Revista Electronica de Educação Matemática – REVEMAT**, v. 16, p. 1-18, 2021.
- SCHUKAJLOW, S.; KAISER, G. Motivation and student enjoyment in mathematical modeling tasks: The role of real-world contexts and estimation. **ZDM – Mathematics Education**, v. 54, n. 3, p. 535-549, 2022.
- NOVAK, J. D. Meaningful Learning: The essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. **Science Education**, v. 86, n. 4, p. 548-571, 2002.
- NOVAK, J. D. **Aprender a aprender**. 2. ed. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2011.
- VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.
- ROGERS, C. R. **Liberdade para aprender**. 2. ed. Belo Horizonte: Interlivros, 1973.
- WALLON, H. **Psicologia e educação da infância**. Lisboa: Estampa, 1975.