

EDUCAÇÃO STEAM E A TEORIA DA COMPLEXIDADE DE MORIN: UMA ANÁLISE DO CURRÍCULO DE QUÍMICA SOB A PERSPECTIVA AMBIENTAL

Camila Budim Lopes [1]
Edna Lopes Hardoim [2]
Raquel Nascimento de Souza [3]
Débora Erileia Pedrotti [4]

Eixos Temáticos.

1. **Complexidade e Transdisciplinaridade;**

Resumo: O presente trabalho investiga a proposta pedagógica do Curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio do Câmpus IFRO-Ji-Paraná, sob as lentes da Educação STEAM e da Teoria da Complexidade de Edgar Morin. O objetivo foi analisar o Projeto Pedagógico do Curso (PPC), identificando em que medida seus pressupostos atendem ao desafio da complexidade, a capacidade de articular as dimensões biológica, cultural, social, econômica e ambiental e possibilidades de utilizar temáticas ambientais como eixo integrador. Para tanto, por meio de uma abordagem qualitativa, adotou-se o estudo documental e a pesquisa bibliográfica. Os princípios teóricos versam sobre a Educação STEAM (Yakman, 2008), a EPT (Ciavatta, 2005) e a complexidade (Morin, 2015; 2002). Morin fundamenta a necessidade de uma educação que prepare indivíduos para navegar em um mundo incerto e interconectado, superando a lógica disciplinar fragmentada. Os resultados indicam que, embora o PPC alinhe-se às exigências legais, a proposta de ensino ainda opera sob uma lógica disciplinar estanque, carecendo de ações formativas que promovam a articulação de saberes e a autonomia intelectual dos estudantes. Conclui-se que a inclusão de temáticas ambientais, mediada pela complexidade, é essencial para uma formação integral e crítica.

Palavras-chave: Complexidade, Ensino, EPT, PPC, STEAM.

1. INTRODUÇÃO

A Educação Profissional e Tecnológica (EPT) tem o compromisso de articular formação técnica e formação geral, buscando uma preparação que não se limite ao

[1] Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECEM/UFMT) na Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática/REAMEC - Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, MT – Brasil. E-mail: camila.lopes@ifro.edu.br;
[2] Professora Titular. Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, MT – Brasil. E-mail: hardoimel@gmail.com;
[3] Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECEM/UFMT) na Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática/REAMEC - Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, MT– Brasil. E-mail: raquelnascimento@uft.edu.br;
[4] Professora orientadora. Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, MT – Brasil. E-mail: deborapedrotti@gmail.com.



mercado de trabalho, mas que promova a formação cidadã e crítica. O objetivo da EPT é oferecer uma formação integral, omnilateral e politécnica, a partir da Ciência, do trabalho, da cultura e da tecnologia (Frigotto; Ciavatta; Ramos, 2005). Porém, o desafio da EPT é tornar o aprendizado significativo, envolvendo os estudantes de forma profunda e rigorosa.

Nesse cenário, o ensino de Química enfrenta dificuldades como o desinteresse discente e a fragmentação disciplinar. São vários os fatores que provocam o desinteresse dos estudantes como, por exemplo, o tipo de metodologia de ensino-aprendizagem adotada, a pouca abordagem da interdisciplinaridade, assim como a falta de aplicação no cotidiano (Rocha; Vasconcelos, 2016). É de conhecimento que a Química tem uma relação direta com o cotidiano, embora não seja vista desta maneira.

Nesse diálogo, a proposta da Educação STEAM (sigla em inglês para Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) acrônimo de STEM, ganha destaque por promover uma abordagem integradora e interdisciplinar que articula conhecimentos científicos, tecnológicos e criativos, favorecendo o desenvolvimento de habilidades como resolução de problemas, pensamento crítico e criatividade (Beers, 2011; Yakman, 2008). Quando aplicada no ensino de Química com temáticas ambientais, essa abordagem se mostra particularmente poderosa, pois aborda questões urgentes e relevantes para a sociedade atual e futura.

Todavia, diante da complexidade do mundo contemporâneo, essa integração deve dialogar com a perspectiva defendida por Edgar Morin, para quem educar consiste em preparar os indivíduos para navegar em um mundo incerto, interconectado e em constante transformação. Morin (2015), propõe que o ensino assuma o desafio da complexidade, articulando as múltiplas dimensões da realidade: biológica, cultural, social, econômica e ambiental, que estão intrinsecamente ligadas.

Nesta direção, o ensino voltado a temas ambientais é fundamental para a formação de cidadãos responsáveis. No contexto do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), a análise do Projeto Pedagógico de Curso (PPC) Técnico em Química pode revelar como o currículo contribui para essa formação integral.



Assim, o problema de pesquisa que surge é: Como o Projeto Pedagógico do Curso Técnico em Química contempla os pressupostos da Educação STEAM e da Teoria da Complexidade de Morin, articulando a possibilidade de temáticas ambientais de forma a superar a fragmentação do saber e propiciar a aprendizagem de conceitos químicos?

Com base nisso, o objetivo do presente artigo é analisar o PPC sob a perspectiva STEAM e da complexidade de Morin, buscando identificar possibilidades de agregar temas ambientais para promover a capacidade de contextualizar, globalizar e integrar os conhecimentos, superando a lógica disciplinar tradicional.

2. METODOLOGIA

A pesquisa é de natureza qualitativa, utilizando-se dos procedimentos de pesquisa bibliográfica e análise documental (Minayo, 2009; Marconi; Lakatos, 2025). Para tanto, adotou-se o estudo documental do Projeto Pedagógico do Curso (PPC) Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio do IFRO Câmpus Ji-Paraná. Os princípios teóricos versam sobre a Educação STEAM (Yakman, 2008), a EPT (Ciavatta, 2005) e a complexidade (Morin, 2015; 2002).

A análise foi orientada pelos princípios da Educação STEAM, interdisciplinaridade, resolução de problemas, criatividade e pensamento crítico em diálogo direto com as categorias analíticas da Teoria da Complexidade de Edgar Morin.

Para a avaliação do documento, foram estabelecidos os seguintes eixos metodológicos baseados na complexidade:

- ✓ Articulação de Saberes e Transversalidade: Verificou-se as possibilidades de inclusão de temáticas ambientais como um eixo articulador entre os conteúdos químicos (matéria, reações, poluentes) e as dimensões sociais, econômicas e éticas, buscando o que Morin define como a capacidade de contextualizar e globalizar o conhecimento.
- ✓ Superação da Fragmentação Disciplinar: Analisou-se a matriz curricular para identificar se a interdisciplinaridade é apresentada apenas como técnica ou como uma "atitude epistemológica" que exige abertura à complexidade e à integração dos saberes.



- ✓ Educação para a Incerteza: Avaliou-se se as estratégias de ensino previstas no PPC fomentam a autonomia e a capacidade dos estudantes de tomarem decisões responsáveis para enfrentar situações imprevistas e problemas reais, pilares fundamentais tanto do STEAM quanto da teoria de Morin.

Dessa forma, a análise buscou compreender se o currículo permite uma relação dialógica entre Ciência, tecnologia e sociedade, visando uma formação técnica que seja, simultaneamente, uma formação para a vida e para a sustentabilidade do planeta.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1.Educação STEAM sob a Ótica da Complexidade

A STEAM, sigla das iniciais em inglês de Science, Technology, Engineering, Art and Mathematic, teve sua origem nos Estados Unidos, na década de 90, século XX, ainda como método STEM, que seria um programa ou prática de ensino que envolvesse uma ou mais disciplinas relacionadas à Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática (Bybee, 2011).

O objetivo principal da STEAM reside em desenvolver os conceitos das cinco áreas e fornecer uma estrutura de aprendizado adaptável, viva, e em constante mudança, na qual os estudantes aprendem por meio de projetos e experimentação, decifrando e sentindo em cada etapa o "saber como" (Costa, 2020, p.46).

A partir da abordagem STEAM os estudantes são impulsionados a desenvolver projetos que venham ao encontro às necessidades da comunidade em que estão inseridos, com a finalidade de propor soluções e até mesmo de resolvê-los, trazendo benefícios para si e para a população que faz parte dessa comunidade (Yakman; Lee, 2012).

A interdisciplinaridade é um princípio basilar na proposta STEAM, pois implica a superação da compartimentalização dos saberes em favor da integração do conhecimento. Trata-se de uma interdisciplinaridade por excelência, ou seja, não é simplesmente a união de áreas do conhecimento, mas pensar coletivamente de diferentes formas, buscando inclusive a relação entre as pessoas (Lorenzin, 2019).



Segundo Fazenda (2011), a interdisciplinaridade não é apenas uma técnica de ensino, mas uma atitude epistemológica que exige abertura à complexidade, à compreensão de aspectos ocultos do ato de aprender e dos aparentemente expressos, colocando-os em questão.

Entretanto, para que essa abordagem não seja apenas instrumental, ela deve dialogar com a perspectiva de Morin (2002), para quem o conhecimento verdadeiro só é produzido pela articulação entre diferentes saberes.

Nesse sentido, a interdisciplinaridade na STEAM deixa de ser apenas uma técnica de ensino para se tornar uma "atitude epistemológica". Essa atitude exige abertura à complexidade e à compreensão de que as Ciências, Tecnologias e Engenharias não se desenvolvem isoladamente da sensibilidade das Artes e do rigor da Matemática.

Conforme defendido por Morin (2002), o papel da educação é promover a capacidade de contextualizar, globalizar e integrar os conhecimentos, superando a lógica fragmentada que domina o currículo tradicional.

Dessa forma, a STEAM torna-se uma estrutura de aprendizado viva e adaptável, onde o estudante desenvolve criatividade e pensamento crítico para navegar em um mundo que está em constante transformação e marcado pela incerteza. Essa perspectiva é fundamental na Educação Profissional Tecnológica, onde a articulação entre a formação técnica e a formação geral deve permitir a compreensão de fenômenos que permeiam diferentes áreas do conhecimento.

3.2.EPT e Educação Ambiental: Formação Integral e Crise de Racionalidade

Na Educação Profissional e Tecnológica (EPT), a formação integral ou omnilateral busca o desenvolvimento humano em suas dimensões física, mental, cultural, política, científica e tecnológica (Ciavatta, 2005). Para Saviani (2007), a formação integral implica a apropriação crítica dos conhecimentos científicos e tecnológicos, articulada ao desenvolvimento ético, estético e político dos sujeitos.

Essas concepções de formação integral convergem com a Teoria da Complexidade ao exigir que o currículo prepare o sujeito para compreender fenômenos que permeiam diferentes áreas do conhecimento.



A utilização de temáticas ambientais no ensino de Química é o ponto de conexão prático dessa teoria. Morin (2002) e Leff (2015), concordam ao afirmar que a crise ambiental contemporânea é fruto de uma crise de racionalidade, gerada pela fragmentação do saber e pela hegemonia do pensamento técnico-instrumental. Para superar essa alienação, o referencial propõe:

- ✓ Superação da fragmentação: O ensino de Química deve deixar de ser um conjunto de fórmulas abstratas para se tornar uma ferramenta de leitura e intervenção no mundo.
- ✓ Educação para a incerteza: A formação técnica deve habilitar o profissional a tomar decisões responsáveis e a enfrentar situações imprevistas e problemas reais.
- ✓ Racionalidade Ambiental: A temática ambiental funciona como o eixo articulador de práticas interdisciplinares, conectando conteúdos químicos (como reações e poluentes) aos impactos climáticos e sociais.

Ao integrar a abordagem STEAM à perspectiva da complexidade, a educação ambiental deixa de ser um conteúdo acessório para se tornar uma pedagogia crítica e emancipatória, voltada para a construção de modos de existência sustentáveis e solidários.

De acordo com Carvalho (2008), a educação ambiental deve estar fundamentada na crítica às relações desiguais de poder e na busca pela justiça ambiental, considerando os conflitos entre sociedade, Ciência e natureza. Segundo Manfredi (2017, p. 142), trata-se de "uma educação voltada para a construção de sujeitos humanos, críticos, social e politicamente ativos".

Essa perspectiva vai ao encontro da abordagem STEAM quando compreendida em seu viés crítico e não apenas instrumental: é a articulação entre Ciência, arte e ética que possibilita uma educação verdadeiramente transformadora.

3.3.O Projeto Pedagógico do Curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO) foi criado pela Lei 11.892, de 29 de dezembro de 2008 a partir da reorganização da Rede Federal de Educação Profissional e atualmente possui diversos campi no estado de



Rondônia. O Campus Ji-Paraná iniciou suas atividades em 2009 e atualmente conta com estrutura administrativa, docentes, técnicos e mais de mil estudantes (IFRO, 2023, p.31).

O Curso Técnico em Química, na modalidade Integrado ao Ensino Médio, pertence ao eixo tecnológico industrial, com carga horária total do Curso de 3.400h e tempo mínimo de integralização de 3 anos (CEPEX/ IFRO, 2020). O PPC foi elaborado com base no Catálogo Nacional dos Cursos Técnicos e busca promover não apenas a formação profissional, mas também a formação omnilateral dos estudantes, integrando conhecimentos científicos, tecnológicos, sociais e humanos.

O documento é um instrumento teórico metodológico que orienta e oferece suporte ao enfrentamento dos desafios do Curso Técnico em Química em sintonia com a consolidação e o fortalecimento dos arranjos produtivos locais, estimulando a pesquisa aplicada, a produção cultural, o empreendedorismo e o cooperativismo, apoiando os processos educativos que levem à geração de trabalho e renda, especialmente a partir de processos de autogestão (CEPEX/ IFRO, 2020).

Segundo o PPC, o objetivo geral do curso é oferecer uma educação profissional técnica integrada ao Ensino Médio, que capacite para o desenvolvimento e execução de atividades da área de Química, conforme especificações técnicas, normas de segurança e conscientização ambiental.

O PPC discorre na concepção metodológica a prioridade do estabelecimento da relação entre a teoria e a prática nas estratégias de ensino. O processo de ensino e aprendizagem deve prever estratégias e momentos de aplicação de conceitos em experiências por meio de pesquisas, testes e aplicações que preparem os alunos para o exercício de sua profissão (CEPEX/ IFRO, 2020).

A matriz curricular está organizada em três núcleos: formação básica, formação profissionalizante e núcleo complementar, incluindo prática profissional supervisionada. O documento também prevê a abordagem de temas transversais, como educação ambiental, direitos humanos, saúde, diversidade étnico-racial e educação para o trânsito, por meio de ações interdisciplinares.

Além disso, o PPC destaca a política de Educação Ambiental do IFRO e o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), incluindo laboratórios de informática



e o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), como apoio ao ensino e à interação entre estudantes e professores.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do Projeto Pedagógico de Curso (PPC) do Técnico em Química do IFRO, sob a lente da complexidade de Morin e da abordagem STEAM, revela um cenário de transição entre o modelo de ensino tradicional e a busca por uma formação integral e interconectada.

4.1.Aspectos Pedagógicos: entre a Intencionalidade e a Fragmentação

O PPC apresenta-se como um documento normativo que busca alinhar a teoria à prática, com um objetivo primário voltado à formação técnica, ética e crítica.

No entanto, ao confrontar o documento com o desafio da complexidade, observa-se que, embora o texto menciona a "conscientização ambiental" e a "formação crítica", a estrutura curricular ainda guarda forte herança de uma lógica disciplinar fragmentada. A Educação STEAM propõe uma superação desse modelo fragmentado por meio da integração curricular em torno de problemas reais e significativos (Yakman, 2008).

O documento apresenta uma lacuna interdisciplinar. O currículo é organizado em componentes com predomínio tradicional, onde disciplinas como “Química Ambiental” são tratadas de forma compartimentada. Para Morin (2015), essa fragmentação é um obstáculo à compreensão da realidade, pois impede que o estudante articule as dimensões biológica, social e econômica inerentes aos processos químicos.

A "Atitude Epistemológica" é ausente, pois foi verificado a falta de projetos interdisciplinares consolidados na matriz curricular. Na perspectiva da complexidade, a interdisciplinaridade não deve ser apenas um método, mas uma atitude epistemológica que exige abertura ao incerto e à integração de saberes para resolver problemas reais, pilar fundamental tanto do STEAM (Yakman, 2008) quanto de Morin (2015).

4.2.Temáticas Ambientais como eixos articuladores da Complexidade

A análise indica que temáticas ambientais possuem um potencial latente no PPC para funcionar como o eixo estruturador de uma nova racionalidade pedagógica.



Conforme as epistemologias de Morin (2002, 2015) e Leff (2015), os problemas ambientais são de natureza complexa e não podem ser resolvidos por uma única disciplina. Assim, a análise nessa direção destaca a:

- ✓ Articulação de Conteúdos: A inserção de temas ambientais permite que conceitos químicos abstratos (átomos, moléculas, reações) sejam ressignificados ao serem conectados a fenômenos climáticos e processos industriais reais.
- ✓ Superação da Crise de Racionalidade: O tratamento das questões ambientais exige o que Morin (2002) chama de capacidade de contextualizar e globalizar o conhecimento. Ao adotar essa temática, o curso técnico deixa de focar apenas na efiCiência técnica (racionalidade instrumental) para focar na responsabilidade social e ambiental.
- ✓ Formação para a Incerteza: O PPC prevê que o profissional deve ser capaz de "tomar decisões de forma responsável para contornar problemas e enfrentar situações imprevistas". Essa competência converge diretamente com o ideal de Morin (2002) de educar para um mundo em constante transformação, onde o saber técnico deve estar a serviço da vida e da sustentabilidade.

Para atender a essas premissas, a educação tem que atingir dois pilares conceituais: ter um tipo de escola unitária, garantindo a todos o direito ao conhecimento, rompendo a dualidade; e uma educação politécnica, que possibilita o acesso à cultura, a Ciência, ao trabalho, por meio de uma educação básica e profissional, assim a formação integral será alcançada (Ciavatta e Ramos, 2012). Essa formação deve preparar os estudantes não só para o mundo do trabalho, mas também para o exercício consciente da cidadania e da corresponsabilidade ambiental.

Em resumo, embora o PPC preveja processos dialógicos e o estudante como agente de sua aprendizagem, os resultados mostram a necessidade de uma transformação paradigmática. É preciso que o currículo deixe de ser uma soma de disciplinas para se tornar um sistema complexo de saberes articulados, onde a Educação STEAM e a temática ambiental funcionem como pontes para uma formação integral e omnilateral.



5. CONSIDERAÇÕES

A análise documental do Projeto Pedagógico de Curso (PPC) do Técnico em Química do IFRO permitiu concluir que, embora o documento estabeleça a intenção de promover uma formação integral e crítica, ele ainda enfrenta o desafio de superar a fragmentação do conhecimento. A estrutura curricular observada ainda guarda fortes traços de uma lógica disciplinar tradicional, o que dificulta a plena realização do "desafio da complexidade" proposto por Edgar Morin.

A pesquisa evidencia que a Teoria da Complexidade é o elo necessário para que a Educação STEAM não seja apenas uma ferramenta metodológica, mas uma atitude epistemológica. Para Morin (2002), educar exige a capacidade de contextualizar, globalizar e integrar os saberes. Nesse sentido, conclui-se que o currículo do técnico em Química precisa evoluir de uma soma de disciplinas isoladas para um sistema interconectado, onde o estudante seja preparado para navegar em um mundo incerto e em constante transformação.

Um dos resultados mais significativos desta análise é a identificação de possibilidade de incluir temas ambientais como eixo articulador de excelência. Ele permite que conceitos químicos abstratos sejam ressignificados através da resolução de problemas reais, conectando a Ciência à ética, à sociedade e à natureza. Essa abordagem converge com a necessidade de uma nova racionalidade ambiental, capaz de romper com a crise civilizatória gerada pelo pensamento fragmentado e puramente técnico.

Portanto, investir na reformulação do PPC sob a perspectiva da complexidade e do STEAM não se trata apenas de uma melhoria didática, mas de um compromisso com uma formação omnilateral e emancipatória. Ao promover a articulação entre Ciência, tecnologia, arte e sustentabilidade, o IFRO pode consolidar um currículo que forme cidadãos não apenas tecnicamente competentes, mas criativos, críticos e profundamente comprometidos com a transformação socioambiental do planeta



6. REFERÊNCIAS

BEERS, Sue. Z. 21st century skills: Preparing students for THEIR future. **Advanced Learning**, 2011.

BYBEE, Rodger; McCRAE, Barry. Scientific Literacy and Student Attitudes: perspectives from PISA 2006 science. **International Journal of Science Education**, Chhattisgarh, v. 33, n. 1, 2011.

CARVALHO, Isabel Cristina de Moura. **Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico**. São Paulo: Cortez, 2008.

CIAVATTA, Maria. A Formação Integrada: a escola e o trabalho como lugares de memória e de identidade. **Revista Trabalho Necessário**, v. 3, n. 3, dez. 2005. Disponível em:https://periodicos.uff.br/trabalhonecessario/article/view/6122. Acesso em: 03 de maio. 2026.

CIAVATTA, Maria. RAMOS, Marise. Ensino Médio e Educação Profissional no Brasil: dualidade e fragmentação. **Retratos da Escola**, v. 5, n. 8, p. 27-41, jan./jun. 2012. Disponível em: https://retratosdaescola.emnuvens.com.br/rde/article/view/45/42. Acesso em: 19 abr. 2026.

COSTA, Márcia Maria Arco; COSTA, Flexa Ferreira. **Social STEAM Maker, do digital ao barro: tecnologia social, integrativa e prática para o ensino médio**. 2020. 185p. Tese (Educação, Arte e História da Cultura) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo. 2020.

FAZENDA, Ivani. **Integração e Interdisciplinaridade no Ensino Brasileiro**: efetividade ou ideologia. São PAULO: Edições Loyola, 2011.

FRIGOTTO, Gaudêncio; CIAVATTA, Maria. RAMOS, Marise. **Ensino Médio Integrado: concepções e contradições**. São Paulo: Cortez, 2005.

IFRO, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia. Resolução Nº 5/REIT - CEPEX/ IFRO, de 10 de fevereiro de 2020, dispõe sobre a aprovação do **Projeto Pedagógico do Curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio** do IFRO *Campus* Ji-Paraná. Disponível em: https://portal.ifro.edu.br/ji-parana/documentos Acesso em: Acesso em: 27 jun. 2025.

IFRO, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia. **Plano de Desenvolvimento Institucional 2023 – 2027**. Disponível em: https://portal.ifro.edu.br/pdi-2023-2027. Acesso em: 15.jul.2025.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 9.Ed. São Paulo: Atlas, 2025.



LEFF, Enrique. **A Complexidade Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2010.

LEFF, Enrique. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. 11. ed. Petrópolis: Vozes, 2015.

LORENZIN. Mariana Peão. **Sistemas de atividades, tensões e transformações em movimento na construção de um currículo orientado pela abordagem STEAM**. 2019. 174p. Dissertação de mestrado, Programa de pós graduação Inter unidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2019.

MANFREDI, Silvia Maria. **Educação profissional no Brasil: atores e cenários ao longo da história.** Jundiaí: Paco Editorial, 2017.

MINAYO, Maria Cecília de S. **Pesquisa social: Teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 2009. P. 9-29.

MORIN, Edgar. **A cabeça bem feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. 7ª Ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2002.

MORIN, Edgar. **Introdução ao pensamento complexo**. 5. ed. Porto Alegre: Sulina, 2015.

ROCHA, Joselayne Silva; VASCONCELOS, Tatiana Cristina. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ), 18, 2016, Florianópolis. **Anais**. Florianópolis, jul. 2016. Disponível em:https://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0145-2.pdf. Acesso em: 12 maio. 2026.

SAVIANI, Dermeval. Fundamentos ontológicos e históricos da relação trabalho e educação. **Revista Brasileira de Educação**. Rio de Janeiro v. 12 n. 34, p. 152-180, jan./abr. 2007. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbedu/a/wBnPGNkvstzMTLYkmXdrkWP/abstract/?lang=pt. Acesso em: 09 de maio. 2026.

YAKMAN, Georgette. **STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education**. 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/327351326_STEAM_Education_an_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education. Acesso em: 22 de jul. 2025.

YAKMAN, Georgette; LEE, Hyonyong. Exploring the exemplary STEAM education in the US as a practical educational framework for Korea. **Journal of the korean Association for Science Education**, v. 32, n. 6, p. 1072-1086, 2012. Disponível em: http://www.koreascience.or.kr/article/JAKO201213459004832.pdf. Acesso em: 17 abr 2026.