



## Metodologias Ativas no Ensino de Química Analítica: articulações entre teoria, prática e aprendizagem significativa

Elenir Souza Santos Rocha<sup>1</sup>  
Ednilce Silva de Eça<sup>2</sup>  
Janete Eli Santos Rocha<sup>3</sup>  
Robson Silva da França<sup>4</sup>  
Dilaine Suellen Caires Neves<sup>5</sup>

1. [elenirsantos@yahoo.com.br](mailto:elenirsantos@yahoo.com.br); 2. [psicologaednilce@gmail.com](mailto:psicologaednilce@gmail.com); 3. [jr1362516@gmail.com](mailto:jr1362516@gmail.com);  
4. [robsonsilvafranca@gmail.com](mailto:robsonsilvafranca@gmail.com); 5. [dilainecaires12@gmail.com](mailto:dilainecaires12@gmail.com).

1. Doutora em Química Analítica e Professora da Universidade Federal da Bahia, Instituto Multidisciplinar em Saúde, Campus Anísio Teixeira, Vitória da Conquista - Bahia; 2. Psicóloga Clínica CRP 03/27264/ BA. 3. Neuropsicopedagoga do Centro Educacional Jesuino Flores, localizado na cidade de Caraíbas. 4. Mestre em Química Analítica e Técnico em Química da Universidade Federal da Bahia, Instituto Multidisciplinar em Saúde, Campus Anísio Teixeira, Vitória da Conquista - Bahia; 5. Doutora em Química Analítica e Técnica em Química da Universidade Federal da Bahia, Instituto Multidisciplinar em Saúde, Campus Anísio Teixeira, Vitória da Conquista - Bahia.

### Resumo

O ensino de Química Analítica, historicamente marcado por abordagens expositivas e transmissivas, enfrenta desafios diante das demandas contemporâneas por formação profissional crítica, reflexiva e autônoma. As metodologias ativas emergem como alternativa pedagógica capaz de reposicionar o estudante como protagonista do ensino-aprendizagem, promovendo a construção significativa do conhecimento em contraposição à recepção passiva de conteúdos. Este artigo objetiva discutir, sob perspectiva teórica, as metodologias ativas como eixo articulador entre os fundamentos conceituais da Química Analítica e práticas pedagógicas orientadas à aprendizagem significativa, visando à produção de materiais de apoio qualificados para docentes e estudantes. Configura-se como pesquisa qualitativa por revisão bibliográfica narrativa, com base em obras clássicas e produções científicas recentes. O referencial teórico apoia-se em Ausubel, com o conceito de aprendizagem significativa e o papel dos subsunçores; em Vygotsky, pelas noções de mediação social e Zona de Desenvolvimento Proximal; e em Freire, com os princípios de autonomia, dialogicidade e educação problematizadora. Como contribuição original frente às revisões existentes, o artigo avança ao articular, de forma integrada, múltiplas metodologias ativas com esse referencial teórico tríplice aplicado à especificidade epistemológica da Química Analítica, propondo critérios pedagógicos orientadores para a produção de materiais de apoio viáveis em contextos reais de ensino. Os resultados indicam que estratégias como a Aprendizagem Baseada em Problemas, a sala de aula invertida, a aprendizagem por pares e a gamificação, aliadas a materiais didáticos criteriosamente elaborados, potencializam o pensamento crítico, a investigação científica e o engajamento discente.

**Palavras-chave:** metodologias ativas; química analítica; ensino-aprendizagem; aprendizagem significativa; formação crítica.



## 1. Introdução

O ensino de Química Analítica ocupa lugar central na formação de profissionais das ciências exatas, biológicas e da saúde. Trata-se de uma área que articula rigor teórico e aplicação prática, exigindo dos estudantes não apenas a memorização de procedimentos, mas a compreensão de princípios químicos, a interpretação de dados e o desenvolvimento de raciocínio crítico diante de situações-problema complexas.

No entanto, a despeito dessa complexidade inerente, o ensino dessa área tem sido frequentemente conduzido por meio de abordagens expositivas tradicionais, centradas na figura do docente como transmissor de conteúdo e no estudante como receptor passivo do conhecimento (LONGO; SIRTORI; PASSOS, 2023).

Essa configuração pedagógica, embora ainda predominante em muitas instituições de ensino superior e técnico, tem sido progressivamente questionada tanto pela pesquisa educacional quanto pelas demandas do mercado de trabalho e da sociedade contemporânea.

O perfil profissional atualmente exigido ultrapassa o domínio técnico de métodos analíticos, incorporando competências como capacidade investigativa, pensamento crítico, autonomia na tomada de decisões e habilidade para atuar de forma colaborativa em contextos interdisciplinares.

Nesse sentido, Marques (2024) destaca que a formação contemporânea requer o desenvolvimento dessas competências, consideradas essenciais para lidar com os desafios complexos do mundo atual e com as transformações constantes no campo profissional (MARQUES, 2024).

Diante desse cenário, as metodologias ativas de ensino-aprendizagem emergem como uma alternativa pedagógica promissora. Em contraste com o modelo tradicional, essas abordagens colocam o estudante como protagonista de seu próprio processo formativo, favorecendo o desenvolvimento de competências cognitivas de ordem superior, como análise, síntese, avaliação e criação, conforme proposto pela Taxonomia de Bloom revisada.

Evidências da literatura indicam que estratégias como a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), a sala de aula invertida e a aprendizagem por pares contribuem significativamente para a melhoria do desempenho acadêmico e para o fortalecimento do pensamento crítico e da autonomia discente (FREEMAN *et al.*, 2014; TING *et al.*, 2023).



Dessa forma, pode-se dizer que tais metodologias apresentam elevado potencial para transformar a dinâmica das aulas de Química Analítica, tornando-as mais contextualizadas, interativas, dialógicas e alinhadas às demandas contemporâneas da formação científica.

A fundamentação teórica dessas abordagens encontra respaldo em referenciais consolidados da pedagogia e da psicologia educacional. David Ausubel, com sua teoria da aprendizagem significativa, defende que o conhecimento novo só é efetivamente assimilado quando se ancora em estruturas cognitivas preexistentes do aprendiz, o que ele denominou de subsunções (AUSUBEL, 2003).

Essa perspectiva tem orientado práticas de ensino que valorizam o diagnóstico dos conhecimentos prévios dos estudantes antes da introdução de novos conteúdos (PUHL; MÜLLER; LIMA, 2020), estratégia amplamente recomendada em documentos curriculares contemporâneos, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018), que enfatiza a progressão das aprendizagens a partir do que o aluno já sabe (BRASIL, 2018).

A esse respeito, Farias (2022) destaca que programas de desenvolvimento de habilidades terão maior êxito quando incorporam os elementos basilares da aprendizagem significativa, evidenciando a atualidade e a aplicabilidade da teoria ausubeliana em diferentes contextos educacionais.

Lev Vygotsky, por sua vez, destaca o papel da mediação social e do conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) como elementos centrais para a promoção do desenvolvimento cognitivo (VYGOTSKY, 2007).

A ZDP, definida como a distância entre o que o aprendiz consegue realizar de forma autônoma e o que é capaz de alcançar com a orientação de um par mais experiente, fundamenta práticas colaborativas amplamente difundidas na educação contemporânea, como a aprendizagem em pares, o ensino por tutoria e as metodologias ativas.

Pesquisadores como John Hattie, em sua obra *Visible Learning* (HATTIE, 2009), identificaram o feedback e o ensino recíproco, práticas diretamente inspiradas na teoria vygotskiana, entre as intervenções pedagógicas de maior impacto positivo sobre o desempenho dos estudantes.

Paulo Freire, em sua crítica à educação bancária, propõe uma pedagogia da autonomia pautada no diálogo, na problematização da realidade e na valorização dos saberes dos educandos (FREIRE, 2002). Sua obra continua sendo referência central nos



debates sobre equidade e justiça educacional, inclusive em contextos internacionais. A UNESCO, em seu relatório *Reimagining Our Futures Together* (2021), coordenado pela Comissão Internacional sobre os Futuros da Educação, retoma explicitamente princípios freirianos ao defender uma educação fundada na participação ativa dos sujeitos, no reconhecimento das diversidades culturais e na superação de modelos transmissivos (UNESCO, 2021).

No Brasil, a influência de Freire se manifesta em políticas de educação de jovens e adultos, em currículos voltados à educação do campo e em práticas de letramento crítico que buscam articular escola e comunidade (FREIRE, 1987).

Complementando esse tripé teórico, ganham relevância contemporânea as contribuições de Carol Dweck sobre a mentalidade de crescimento (*growth mindset*), segundo a qual a crença na capacidade de desenvolvimento das próprias habilidades é determinante para o engajamento e a persistência dos estudantes diante dos desafios (DWECK, 2017), perspectiva que dialoga diretamente com a pedagogia da autonomia freireana.

Da mesma forma, as pesquisas de Mary Helen Immordino-Yang, reunidas em *Emotions, Learning, and the Brain* (IMMORDINO-YANG, 2016), reforçam a centralidade das dimensões afetivas e socioemocionais no processo de aprendizagem, evidenciando que cognição e emoção são processos indissociáveis, o que confere respaldo neurocientífico às abordagens pedagógicas que valorizam o vínculo, o acolhimento e a escuta como condições fundamentais para o desenvolvimento humano integral.

É nessa interseção entre teoria pedagógica e prática docente em Química Analítica que se situa o presente artigo. O objetivo central é discutir, sob uma perspectiva teórica, como as metodologias ativas podem funcionar como eixo articulador entre os fundamentos conceituais da disciplina e as práticas pedagógicas orientadas para a aprendizagem significativa, com vistas à produção de materiais de apoio qualificados para docentes e estudantes.

Parte-se do pressuposto de que a elaboração de recursos didáticos adequados, guias de estudo, roteiros investigativos, objetos de aprendizagem digitais, entre outros, é condição necessária para que as metodologias ativas se concretizem de forma eficaz no contexto do ensino de Química Analítica.

Diferentemente de revisões anteriores sobre metodologias ativas no ensino de ciências e química, que tendem a tratar o tema de forma ampla ou a focar em uma única



estratégia pedagógica, este artigo delimita sua contribuição em dois planos articulados: (a) a análise integrada de múltiplas metodologias ativas à luz de um tripé teórico específico (Ausubel, Vygotsky e Freire), aplicado ao contexto epistemológico particular da Química Analítica; e (b) a proposição de critérios pedagógicos orientadores para a produção de materiais de apoio que viabilizem a implementação dessas metodologias em contextos reais de ensino. Trata-se, portanto, não apenas de uma revisão sobre o que se sabe, mas de uma síntese orientada à ação docente. O artigo está organizado em quatro seções, além desta introdução: o referencial teórico; a discussão sobre metodologias ativas aplicadas ao ensino de Química Analítica; a reflexão sobre a produção de materiais de apoio; e as considerações finais

## **2. Percorso Metodológico**

Do ponto de vista metodológico, este artigo se enquadra como pesquisa de natureza qualitativa, desenvolvida por meio de revisão bibliográfica narrativa. Esse tipo de revisão permite a análise e a síntese crítica da literatura existente sobre um determinado tema, sem a obrigatoriedade de seguir protocolos rígidos de busca sistemática, mostrando-se especialmente adequada para trabalhos de natureza teórica que visam à construção ou ao aprofundamento de quadros conceituais (ROTHER, 2007).

O corpus bibliográfico foi constituído a partir de duas fontes principais: obras clássicas e fundadoras das teorias pedagógicas que sustentam o estudo, especialmente as de David Ausubel, Lev Vygotsky e Paulo Freire, e produções científicas recentes das áreas de educação, psicologia educacional e ensino de ciências, publicadas predominantemente entre 2012 e 2026.

Cabe destacar que, embora existam revisões sobre metodologias ativas no ensino de ciências (FREEMAN et al., 2014; TING et al., 2023) e sobre estratégias didáticas específicas para o ensino de Química Analítica (LONGO; SIRTORI; PASSOS, 2023), este trabalho se distingue ao articular, de forma sistemática, o referencial teórico tríplice de Ausubel, Vygotsky e Freire com a especificidade epistêmica da Química Analítica e com as implicações práticas para a elaboração de materiais didáticos. Essa articulação constitui a contribuição original do presente estudo no panorama da literatura revisada.

A busca por artigos e capítulos de livros contemporâneos foi realizada nas bases de dados Google Scholar, Scielo, ERIC e Periódicos CAPES, utilizando como descritores, isolados ou combinados, os termos: metodologias ativas, Química Analítica,



aprendizagem significativa, ABP (Aprendizagem Baseada em Problemas), sala de aula invertida, aprendizagem por pares, gamificação e ensino de química.

Os critérios de inclusão adotados foram: (a) relevância temática direta com o objeto de estudo; (b) rigor teórico e/ou empírico das obras selecionadas; e (c) acessibilidade do texto completo. Foram priorizadas publicações em português, inglês e espanhol, sem restrição de país de origem. O processo de análise foi conduzido de forma interpretativa, buscando identificar convergências, tensões e complementaridades entre as diferentes perspectivas teóricas e empíricas levantadas, com vistas à construção de um argumento articulado em torno do papel das metodologias ativas no ensino de Química Analítica.

### **3. Referencial Teórico**

#### **3.1 Aprendizagem Significativa: as contribuições de David Ausubel**

A teoria da aprendizagem significativa, desenvolvida por David Ausubel a partir da década de 1960 e sistematizada em sua obra clássica publicada originalmente em 1968, constitui um dos pilares mais sólidos para a compreensão dos processos de ensino-aprendizagem em ciências. Para Ausubel, a aprendizagem é significativa quando o novo conhecimento se relaciona de forma não arbitrária e substantiva com os conceitos ou proposições já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, os chamados subsunçores (AUSUBEL, 2003).

Esse processo de ancoragem conceitual é especialmente relevante no ensino de Química Analítica, área em que os conteúdos formam uma rede densa de inter-relações: o entendimento de métodos titulométricos, por exemplo, pressupõe conhecimentos prévios sobre equilíbrio químico, estequiometria e concentração de soluções. Quando o estudante não dispõe dessas ancoragens cognitivas, ou quando elas são superficiais ou equivocadas, o risco de aprendizagem mecânica é elevado, resultando em memorização sem compreensão (PASSOS; VASCONCELOS, 2026).

Ausubel distingue dois eixos fundamentais que determinam a qualidade da aprendizagem: o primeiro opõe aprendizagem significativa à aprendizagem mecânica; o segundo opõe aprendizagem por recepção à aprendizagem por descoberta. Importante notar que esses eixos são independentes: é possível ter aprendizagem significativa tanto por recepção quanto por descoberta. No entanto, as metodologias ativas tendem a



favorecer a aprendizagem por descoberta, o que, quando bem mediada, potencializa a formação de significados mais duradouros e transferíveis (MOREIRA, 2012).

Do ponto de vista da produção de materiais didáticos, a teoria ausubeliana orienta a elaboração de organizadores prévios, entendidos como recursos introdutórios que têm a função de preparar a estrutura cognitiva do estudante para a assimilação significativa de novos conhecimentos. Esses organizadores atuam como pontes entre o que o aprendiz já sabe e o conteúdo a ser aprendido, favorecendo a ancoragem de novas informações em conceitos subsunçores já existentes (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2012).

No contexto da Química Analítica, ferramentas como mapas conceituais, esquemas de revisão e infográficos temáticos podem desempenhar esse papel de forma eficaz. Ao estruturar visualmente relações entre conceitos, como propriedades químicas, métodos analíticos e interpretações de resultados, esses recursos contribuem para a organização hierárquica do conhecimento e facilitam a integração de novos conteúdos à estrutura cognitiva do estudante, promovendo uma aprendizagem mais significativa e duradoura (PASSOS; VASCONCELOS, 2026; TAVARES, 2007).

### **3.2 Mediação e Zona de Desenvolvimento Proximal: as contribuições de Lev Vygotsky**

A perspectiva histórico-cultural de Lev Vygotsky oferece um quadro teórico fundamental para pensar o ensino como processo essencialmente social e mediado. Para Vygotsky, o desenvolvimento cognitivo não se dá de forma isolada, mas em interação com o ambiente social e cultural, o que implica que a aprendizagem precede e impulsiona o desenvolvimento (VYGOTSKY, 2007).

O conceito central para a prática pedagógica nessa perspectiva é o de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), definida como a distância entre aquilo que o aprendiz é capaz de realizar de forma independente, o nível de desenvolvimento real, e aquilo que ele pode realizar com o auxílio de um par mais experiente ou de um mediador qualificado, o nível de desenvolvimento potencial (VYGOTSKY, 2007). É justamente nesse espaço entre o que já se sabe e o que se pode vir a saber que a intervenção pedagógica se torna mais produtiva.

No contexto das metodologias ativas, a ZDP encontra sua expressão mais concreta nas atividades colaborativas, nos debates em pequenos grupos e nas situações de aprendizagem por pares. Quando estudantes trabalham juntos na resolução de um



problema analítico, como a identificação de um analito desconhecido ou a escolha de um método adequado para uma determinada matriz, aqueles com maior domínio conceitual podem mediar a aprendizagem dos colegas, promovendo avanços que não seriam possíveis de forma individual (GOOS; GALBRAITH; RENSHAW, 2002).

A noção de mediação, outro conceito-chave vygotkiano, também orienta a concepção de materiais didáticos: nessa perspectiva, os materiais não são meros suportes de informação, mas instrumentos mediadores entre o sujeito e o objeto do conhecimento. Um roteiro investigativo bem elaborado, por exemplo, não apenas apresenta conteúdo, mas estrutura um caminho de descoberta que amplia as possibilidades cognitivas do estudante (GOOS; GALBRAITH; RENSHAW, 2002; PEREIRA; NASCIMENTO; NASCIMENTO, 2024).

### **3.3 Autonomia e Dialogicidade: as contribuições de Paulo Freire**

A pedagogia freiriana, embora desenvolvida originalmente em contextos de educação popular, oferece contribuições inestimáveis para repensar o ensino em qualquer nível ou modalidade, incluindo o ensino superior e técnico de Química Analítica. A crítica central de Freire ao que ele denomina educação bancária, modelo em que o educador deposita conteúdos em educandos passivos, ressoa diretamente com as limitações identificadas no ensino tradicional de ciências analíticas (SILVA *et al.*, 2024; SILVA; CUNHA; MELO, 2026).

Em oposição à educação bancária, Freire propõe uma pedagogia da autonomia centrada na problematização da realidade, no diálogo genuíno entre educador e educando, e no reconhecimento de que o ato de ensinar exige rigorosidade metódica, pesquisa, respeito aos saberes dos estudantes e consciência de que a educação é, antes de tudo, um ato político (FREIRE, 2002). Essas premissas se alinham de forma natural às metodologias ativas, que pressupõem justamente a problematização como ponto de partida, o diálogo como método e a autonomia como horizonte formativo (SANTOS; PEREIRA, 2023).

No âmbito específico da Química Analítica, a perspectiva freiriana convida a pensar situações de aprendizagem que conectem os conteúdos disciplinares a problemas reais e socialmente relevantes: a análise da qualidade da água em comunidades rurais, a identificação de adulterantes em alimentos, o monitoramento de efluentes industriais. Esse movimento de contextualização não apenas torna o aprendizado mais significativo,



como também forma profissionais conscientes de sua responsabilidade social (SILVA; CUNHA; MELO, 2026; FREIRE, 2002).

#### **4. Metodologias Ativas no ensino de Química Analítica**

No âmbito específico da Química Analítica, diferentes metodologias ativas se mostram particularmente adequadas às características epistemológicas da disciplina. Entre as principais metodologias ativas consolidadas na literatura pedagógica contemporânea destacam-se a Aprendizagem Baseada em Problemas (Problem-Based Learning — PBL), a Sala de Aula Invertida, a Aprendizagem Baseada em Projetos e a Gamificação.

##### **4.1 A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)**

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) é uma das metodologias ativas com maior tradição e evidência empírica no ensino de ciências da saúde e, mais recentemente, na educação científica em geral. Sua lógica fundamental consiste em apresentar ao estudante um problema real, complexo e mal estruturado, isto é, que não possui solução única nem algoritmo pré-definido, e convidá-lo a investigar, pesquisar e colaborar para construir uma resposta fundamentada (OLIVEIRA-PEREIRA; ANJOS; ROMEIRO, 2023).

Diferentemente do ensino tradicional, no qual o conteúdo é apresentado previamente e os exercícios servem como aplicação posterior do que foi ensinado, na ABP o problema precede o conteúdo: é justamente a necessidade de resolução que motiva e orienta a busca pelo conhecimento (ALVES; AMARAL FILHO, 2024). Essa inversão da lógica instrucional é um de seus traços mais distintivos e pedagogicamente relevantes.

Do ponto de vista teórico, a ABP encontra sustentação em diferentes tradições da psicologia educacional e da epistemologia. A perspectiva construtivista de Vygotsky é frequentemente evocada para explicar o papel central do trabalho colaborativo e da mediação social na construção do conhecimento: ao enfrentar problemas em grupo, os estudantes operam na chamada zona de desenvolvimento proximal, avançando além do que alcançariam individualmente (ALVES; AMARAL FILHO, 2024).

Adicionalmente, a teoria da aprendizagem situada de Lave e Wenger (1991) reforça a importância de aprender em contextos que mimetizam a prática profissional real, o que a ABP tende a favorecer ao utilizar problemas autênticos como ponto de partida.





No contexto da Química Analítica, a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) revela-se particularmente fecunda, uma vez que essa área do conhecimento se estrutura, por natureza, em torno da resolução de problemas concretos e da tomada de decisões fundamentadas em evidências experimentais. Situações como a determinação da concentração de metais pesados em amostras ambientais, a validação de métodos espectrofotométricos ou a identificação de erros sistemáticos em procedimentos analíticos configuram cenários autênticos que demandam a mobilização articulada de conhecimentos teóricos, habilidades experimentais e competências investigativas.

Por este lado, a ABP favorece a construção de um ambiente de aprendizagem no qual o estudante assume papel ativo na formulação de hipóteses, na seleção de técnicas apropriadas e na interpretação crítica de resultados (SAVERY, 2006; RAIMONDI; RAZZOTO, 2020).

Além disso, ao engajar-se em problemas contextualizados, o discente é levado a estabelecer conexões significativas entre conceitos abstratos e suas aplicações práticas, o que potencializa não apenas a retenção do conhecimento, mas também sua transferibilidade para novos contextos científicos e profissionais. Essa perspectiva encontra respaldo em investigações recentes que evidenciam que a utilização da ABP no ensino de Química Analítica contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico, da autonomia intelectual e da capacidade de resolução de problemas complexos, aproximando a formação acadêmica das demandas reais da prática laboratorial (RAIMONDI; RAZZOTO, 2020; HMELO-SILVER, 2004).

À vista disso, a inserção de metodologias ativas como a ABP no ensino de Química Analítica não apenas amplia o domínio técnico dos estudantes, mas também promove uma formação mais integrada e reflexiva, alinhada às exigências contemporâneas da ciência e da atuação profissional, nas quais a capacidade de investigar, interpretar dados e propor soluções fundamentadas constitui elemento central (HMELO-SILVER, 2004).

Esse aspecto é particularmente valioso na formação em ciências experimentais, nas quais a capacidade de diagnosticar problemas analíticos, selecionar metodologias adequadas e interpretar resultados de forma crítica constitui o núcleo da competência profissional. Estudos empíricos têm demonstrado que estudantes expostos à ABP tendem a apresentar maior retenção de longo prazo dos conteúdos, melhor desempenho em situações de resolução de problemas inéditos e atitudes mais positivas em relação à



aprendizagem, quando comparados a grupos submetidos ao ensino expositivo tradicional (SILVA; FARIAS; VENTURIERI, 2024; OLIVEIRA; GOMES; SILVA, 2023).

A estrutura de uma sessão típica de ABP costuma seguir um ciclo bem definido. O grupo de estudantes recebe o problema e, em um primeiro momento, busca identificar coletivamente o que já sabem, o que precisam saber e como vão buscar as informações necessárias, etapa frequentemente denominada de ativação do conhecimento prévio e definição dos objetivos de aprendizagem.

Em seguida, os estudantes realizam o estudo autônomo, consultando fontes primárias e secundárias, e retornam ao grupo para integrar os novos conhecimentos na resolução do problema original. Esse ciclo iterativo de investigação, discussão e síntese é o motor da aprendizagem na ABP e é responsável por desenvolver, simultaneamente, habilidades cognitivas de ordem superior, como análise, avaliação e criação, nos termos da taxonomia revisada de Bloom, e habilidades metacognitivas, como o monitoramento do próprio processo de aprendizagem (VARADARAJAN; LADAGE, 2024; COSTA; ESCAJA, 2023; DOLMANS, 2016; YEW; GOH, 2016).

Do ponto de vista da mediação docente, a ABP exige uma reconfiguração do papel do professor: de transmissor de conteúdo, ele passa a ser orientador do processo, tutor das investigações e promotor do pensamento crítico. Essa transição, embora desafiadora, é pedagogicamente enriquecedora tanto para o docente quanto para o discente ((BEKIYEVA; CHARYYAROV; BABAKULYYEVA, 2025).

O tutor, na ABP, não deve fornecer respostas, mas formular perguntas que provoquem o raciocínio, sinalizem lacunas argumentativas e estimulem a busca por evidências. Trata-se de uma postura que exige formação específica e disposição para tolerar a ambiguidade inerente ao processo: o desconforto dos estudantes diante de problemas sem solução imediata é parte constitutiva, e não um obstáculo, da aprendizagem (BEKIYEVA; CHARYYAROV; BABAKULYYEVA, 2025; DOLMANS *et al.*, 2005).

Entre os desafios práticos frequentemente apontados na literatura estão a demanda de tempo para elaboração de problemas de qualidade, a necessidade de adequação dos instrumentos avaliativos, que devem contemplar o processo e não apenas o produto, e a resistência de estudantes habituados ao modelo tradicional de ensino (DOLMANS *et al.*, 2005). Não obstante, a robustez das evidências acumuladas nas últimas décadas consolida a ABP como uma das abordagens pedagógicas mais bem documentadas e eficazes para a



formação de profissionais capazes de aprender de forma autônoma e contínua ao longo da vida (WALKER; LEARY, 2009; HMELO-SILVER, 2004).

#### **4.2 Sala de Aula Invertida**

A sala de aula invertida (ou flipped classroom) representa uma inversão da lógica tradicional de organização do tempo didático: o conteúdo expositivo, que normalmente ocupa o tempo de aula presencial, é disponibilizado previamente ao estudante por meio de recursos digitais, videoaulas, podcasts, textos, simulações, liberando o tempo em sala para atividades de maior complexidade cognitiva, como resolução de problemas, discussões em grupo e feedback formativo (BERGMANN; SAMS, 2012).

Para o ensino de Química Analítica, essa abordagem é particularmente promissora. Conteúdos como fundamentos de espectroscopia, princípios de cromatografia ou bases de equilíbrio ácido-base podem ser estudados de forma assíncrona, permitindo que cada estudante avance em seu próprio ritmo e revise quantas vezes forem necessárias. O tempo presencial, por sua vez, pode ser dedicado à resolução de exercícios complexos, à discussão de casos práticos e ao desenvolvimento de habilidades experimentais, atividades que se beneficiam da presença do docente e da interação entre pares (CAO; SYED ARIS; WAHID, 2025).

A eficácia da sala de aula invertida, no entanto, está condicionada à qualidade dos materiais de estudo disponibilizados previamente. Videoaulas mal produzidas, textos excessivamente técnicos ou ausência de orientações claras sobre o que estudar podem comprometer o engajamento dos estudantes e, conseqüentemente, o aproveitamento do tempo presencial. Daí a importância de investir na produção de materiais didáticos de qualidade como condição para o sucesso da abordagem (CAO; SYED ARIS; WAHID, 2025).

#### **4.3 Aprendizagem por Pares**

A aprendizagem por pares (peer instruction), desenvolvida por Eric Mazur na Universidade de Harvard, baseia-se na premissa de que estudantes que acabaram de aprender um conceito estão, em muitos aspectos, mais bem posicionados para explicá-lo a seus colegas do que professores experientes, pois ainda se lembram das dificuldades enfrentadas no processo de compreensão (MAZUR, 1997; ARAUJO; MAZUR, 2013).





Na prática, a metodologia envolve a apresentação de questões conceituais (peer questions) durante a aula, seguida de uma rodada de respostas individuais e, em caso de discordância, de discussão entre pares antes de uma nova rodada de respostas. Esse ciclo promove a explicitação de raciocínios, a identificação de concepções equivocadas e a construção coletiva de entendimentos mais precisos (ARAUJO; MAZUR, 2013).

No ensino de Química Analítica, questões conceituais sobre a escolha de indicadores em titulações, a interpretação de curvas de calibração ou a validade de uma hipótese nula em análise estatística de dados são exemplos de temas que se prestam bem a essa abordagem. A aprendizagem por pares, combinada com recursos digitais de resposta em tempo real (como formulários online ou aplicativos de votação), cria um ambiente dinâmico e responsivo de aprendizagem (GRIEBELER; PAZINATO; PASSOS, 2024).

#### **4.4 Aprendizagem Baseada em Projetos**

A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPj) é uma abordagem pedagógica ativa que organiza o ensino em torno de projetos significativos, voltados à produção de respostas concretas a questões autênticas. Suas raízes remontam a John Dewey, que, no início do século XX, defendia uma educação ancorada na experiência e na conexão entre escola e vida social. A partir dessas bases, a ABPj foi sistematizada como alternativa às limitações do ensino tradicional, centrado na transmissão passiva de conteúdos (CONDLIFFE *et al.*, 2017).

O que distingue a ABPj de outras metodologias ativas é seu caráter estruturante: o projeto não é uma atividade periférica, mas o eixo organizador de todo o processo educativo. Thomas (2000) identificou cinco critérios que caracterizam a abordagem em sua forma genuína: centralidade do projeto no currículo, ancoragem em questões orientadoras autênticas, caráter investigativo das atividades, autonomia do estudante e conexão com o mundo real. A ausência de qualquer um desses critérios tende a descaracterizar a abordagem, reduzindo-a a uma simples atividade prática sem potencial transformador (THOMAS, 2000).

Do ponto de vista teórico, a Aprendizagem Baseada em Projetos articula contribuições de diferentes correntes educacionais. Do construtivismo piagetiano, incorpora a concepção de que o conhecimento é construído ativamente pelo sujeito em interação com o meio (PIAGET, 2013).





Sob a perspectiva vygotskiana, evidencia-se a centralidade da interação social e o papel da mediação docente, fundamentados no conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (VYGOTSKY, 2007). Já no construtivismo social, destaca-se a ênfase na aprendizagem situada e na resolução de problemas como elementos estruturantes do desenvolvimento cognitivo (JONASSEN *et al.*, 1995).

No que diz respeito às competências mobilizadas, a ABPj é reconhecida como abordagem especialmente adequada ao desenvolvimento das competências do século XXI: pensamento crítico, criatividade, colaboração e comunicação. Ao engajar os estudantes em projetos que demandam investigação, tomada de decisão e trabalho em equipe, a ABPj cria condições para que essas competências sejam exercitadas de forma integrada e contextualizada (RIBEIRO *et al.*, 2025).

O papel do professor também se reconfigura significativamente: de transmissor do conhecimento, passa a atuar como orientador, facilitador e co-investigador. Essa transição exige não apenas domínio dos conteúdos disciplinares, mas competências pedagógicas específicas, como a elaboração de questões orientadoras significativas e a gestão de grupos em situações colaborativas (NEVES; SASAKI, 2025).

A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPj) destaca-se como uma abordagem pedagógica especialmente adequada ao desenvolvimento das competências do século XXI, como pensamento crítico, criatividade, colaboração e comunicação.

Ao envolver os estudantes em projetos contextualizados que demandam investigação, tomada de decisões e trabalho em equipe, essa metodologia favorece a integração entre teoria e prática, promovendo aprendizagens mais significativas e alinhadas às demandas contemporâneas da formação científica e profissional (BENDER, 2014; RIBEIRO *et al.*, 2025; LOPES; RAMOS, 2025).

Nesse contexto, o professor assume o papel de mediador e orientador do processo de aprendizagem, o que exige competências pedagógicas específicas, como a elaboração de questões orientadoras relevantes e a condução de atividades colaborativas.

A avaliação, por sua vez, tende a assumir caráter processual e formativo, incorporando instrumentos como portfólios, rubricas e autoavaliação. No ensino de Química Analítica, a ABPj mostra-se particularmente pertinente por favorecer a investigação científica, a seleção de métodos analíticos e a interpretação crítica de resultados, transformando o laboratório em um espaço de aprendizagem ativa, reflexiva e contextualizada (NEVES; SASAKI, 2025; GONÇALVES; GOMES, 2022).



#### 4.5 Gamificação

O termo gamificação, do inglês gamification, foi cunhado por Nick Pelling em 2002, mas ganhou destaque acadêmico e aplicação prática a partir de 2010, quando passou a ser amplamente explorado em áreas como educação, saúde e negócios (DETERDING *et al.*, 2011).

De acordo com Deterding *et al.* (2011), gamificação consiste no uso de elementos de design de jogos em contextos que não são jogos. Essa definição delimita claramente seu escopo, diferenciando-a de jogos completos, jogos sérios e simulações, ao enfatizar a aplicação intencional de componentes específicos do universo lúdico em atividades já existentes.

A distinção entre gamificação e conceitos correlatos é essencial para sua compreensão e aplicação adequada. Jogos sérios constituem experiências completas com finalidade educacional ou de treinamento, nas quais o ambiente é integralmente estruturado como jogo. A gamificação, por sua vez, não implica a criação de um jogo, mas a incorporação de elementos como pontuação, medalhas, rankings, desafios e narrativas em contextos diversos, com o objetivo de aumentar o engajamento e influenciar comportamentos. Essa diferença evita equívocos na implementação de estratégias pedagógicas (KAPP, 2012).

Do ponto de vista teórico, a gamificação encontra respaldo na Teoria da Autodeterminação, desenvolvida por Deci e Ryan na década de 1980. Essa teoria propõe que a motivação humana varia entre níveis extrínsecos e intrínsecos, sendo este último associado a maior engajamento e qualidade da aprendizagem.

A motivação intrínseca é favorecida quando três necessidades psicológicas básicas são atendidas: autonomia, competência e pertencimento. Elementos de gamificação, quando bem planejados, podem atender a essas necessidades, desafios progressivos estimulam a competência, escolhas promovem autonomia e interações sociais fortalecem o pertencimento (RYAN; DECI, 2000).

Entretanto, a literatura também aponta riscos associados à aplicação inadequada da gamificação. Quando centrada exclusivamente em recompensas externas, como pontos e rankings, pode ocorrer o chamado efeito de superjustificação (*overjustification effect*), no qual a motivação intrínseca é reduzida pela ênfase em incentivos extrínsecos (DECI; KOESTNER; RYAN, 1999). Esse fenômeno é particularmente crítico no contexto



educacional, em que o objetivo central deve ser a aprendizagem significativa, e não apenas o engajamento superficial.

Estudos empíricos têm investigado os efeitos da gamificação na educação. Dicheva *et al.* (2015) identificaram crescimento expressivo de pesquisas na área, especialmente no ensino superior, com resultados geralmente positivos em termos de motivação e engajamento.

No entanto, destacam a necessidade de maior rigor metodológico. De forma semelhante, Hamari, Koivisto e Sarsa (2014) observaram que os efeitos positivos da gamificação dependem de fatores contextuais, como perfil dos estudantes e qualidade do design, indicando que sua eficácia não é universal, mas condicionada à implementação.

No campo do design instrucional, Kapp (2012) argumenta que abordagens eficazes de gamificação vão além da simples adição de elementos superficiais, incorporando princípios mais profundos do design de jogos, como narrativas envolventes, feedback imediato e progressão estruturada. Essa perspectiva favorece uma experiência mais significativa e alinhada aos objetivos educacionais.

Outro referencial importante é o conceito de fluxo (flow), desenvolvido por Mihaly Csikszentmihalyi (1990), que descreve o estado de imersão total em uma atividade desafiadora, mas compatível com as habilidades do indivíduo. A gamificação busca reproduzir esse equilíbrio, ajustando gradualmente o nível de dificuldade das tarefas.

Apesar de seu potencial, a gamificação também enfrenta críticas. Estudos como o de Hanus e Fox (2015) indicam que, em alguns casos, pode reduzir motivação e desempenho, especialmente quando mal planejada. Além disso, há preocupações quanto à competição excessiva, exclusão de estudantes e foco excessivo em métricas quantitativas.

Diante disso, a gamificação apresenta-se como uma estratégia promissora, mas que exige planejamento cuidadoso, alinhamento pedagógico e sensibilidade ao contexto. No ensino de Química Analítica, caracterizado por conteúdos complexos e frequentemente abstratos, a gamificação pode desempenhar papel relevante ao promover engajamento, reduzir ansiedade e favorecer a aprendizagem ativa, especialmente quando integrada a práticas investigativas e contextualizadas (CHANS; PORTUGUEZ CASTRO, 2021).



## 5. Materiais de apoio como mediadores da aprendizagem ativa

A adoção de metodologias ativas no ensino de Química Analítica não prescinde de uma infraestrutura didática adequada. Pelo contrário: a efetividade dessas abordagens depende, em grande medida, da disponibilidade de materiais de apoio que orientem o estudo autônomo, estimulem a investigação e estructurem as atividades colaborativas.

Diante do exposto, a produção de recursos didáticos de qualidade não é uma questão acessória, mas condição necessária para a implementação bem-sucedida das metodologias ativas, que valorizam a participação efetiva dos alunos na construção do conhecimento e no desenvolvimento de competências, possibilitando que aprendam em seu próprio ritmo, tempo e estilo, por meio de diferentes formas de experimentação e compartilhamento (BACICH; MORAN, 2018).

Entre os materiais de apoio mais relevantes para esse contexto, destacam-se: (a) roteiros investigativos, que orientam o estudante na análise de um problema ou fenômeno por meio de perguntas progressivamente mais complexas (CARVALHO, 2018); (b) mapas conceituais, que explicitam as relações entre conceitos e favorecem a organização do conhecimento (MOREIRA, 2006); (c) guias de estudo, que fornecem orientações claras sobre o que estudar, como estudar e como autoavaliar a aprendizagem (BACICH; MORAN, 2018); (d) objetos de aprendizagem digitais, como simulações, animações e videoaulas que permitem visualizar fenômenos de difícil representação verbal (FILATRO; CAVALCANTI, 2018); e (e) casos analíticos, baseados em situações reais ou verossímeis que integram múltiplos conteúdos da Química Analítica (BACICH; MORAN, 2018).

A elaboração desses materiais deve ser orientada por princípios pedagógicos consistentes. Do ponto de vista ausubeliano, os materiais devem ser concebidos de forma a ativar e ampliar os subsunçores dos estudantes, partindo do geral para o específico e do mais simples para o mais complexo (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980). Da perspectiva vygotskiana, devem ser calibrados à zona de desenvolvimento proximal (ZDP) dos aprendizes, oferecendo suporte suficiente para avançar sem eliminar o desafio cognitivo necessário para o desenvolvimento (VYGOTSKY, 1991). Na ótica freiriana, devem problematizar a realidade e convidar o estudante à reflexão crítica, evitando a mera reprodução de informações (FREIRE, 2002).

Além disso, os materiais de apoio devem contemplar a diversidade de estilos e ritmos de aprendizagem presentes em qualquer turma, oferecendo múltiplas



representações dos conteúdos, verbal, visual, matemática, experimental, e distintos níveis de aprofundamento. A acessibilidade linguística, a clareza das instruções e a pertinência dos exemplos ao contexto dos estudantes são igualmente fatores determinantes para a eficácia dos recursos produzidos (BACICH; MORAN, 2018).

## **6. Considerações Finais**

O presente artigo buscou discutir, sob uma perspectiva teórica, o papel das metodologias ativas como eixo articulador do ensino-aprendizagem em Química Analítica, com ênfase na produção de materiais de apoio que subsidiem tanto docentes quanto estudantes. A análise empreendida a partir dos referenciais de Ausubel, Vygotsky e Freire permite afirmar que a transição de um modelo pedagógico transmissivo para um modelo ativo não representa apenas uma mudança de estratégia didática, mas uma reconfiguração mais profunda das relações epistemológicas que estruturam o processo educativo.

A contribuição original deste artigo reside precisamente na articulação entre três planos que, na literatura existente, costumam ser tratados de forma isolada: o referencial teórico (Ausubel, Vygotsky e Freire), as metodologias ativas (ABP, sala de aula invertida, aprendizagem por pares, ABPj e gamificação) e a produção de materiais de apoio como condição de viabilidade pedagógica.

Revisões anteriores sobre metodologias ativas no ensino de ciências tendem a privilegiar evidências quantitativas de desempenho acadêmico ou a circunscrever a análise a uma única abordagem metodológica. Este trabalho avança ao propor critérios pedagógicos fundamentados para a elaboração de recursos didáticos específicos ao contexto da Química Analítica, oferecendo subsídios concretos para a ação docente.

A articulação entre essas metodologias e materiais cuidadosamente elaborados cria condições propícias para que os estudantes desenvolvam não apenas competências técnicas, mas também autonomia intelectual, capacidade investigativa e pensamento crítico.

Cabe destacar, no entanto, que a implementação de metodologias ativas não é um processo isento de desafios. A resistência institucional, a sobrecarga de trabalho docente, a falta de formação pedagógica específica e as limitações de infraestrutura são obstáculos reais que precisam ser enfrentados de forma sistemática e coletiva. A pesquisa



educacional tem papel fundamental nesse processo, ao fornecer evidências sobre o que funciona, em quais contextos e para quais perfis de estudantes.

Por fim, espera-se que as reflexões aqui desenvolvidas possam contribuir para o avanço do campo da Educação em Química, especialmente no que diz respeito ao ensino de Química Analítica, área estratégica para a formação científica e tecnológica do país. Futuros trabalhos empíricos que investiguem a implementação concreta das metodologias aqui discutidas, com produção e avaliação de materiais de apoio específicos, são fundamentais para consolidar e ampliar esse campo de conhecimento.

Por tratar-se de estudo teórico de revisão narrativa, os resultados apresentados não possuem caráter empírico-experimental, indicando a necessidade de futuras investigações aplicadas que analisem, em contextos reais de ensino, os impactos das metodologias ativas e dos materiais de apoio no processo de ensino-aprendizagem em Química Analítica. Tal perspectiva poderá contribuir para o aprofundamento das discussões aqui apresentadas e para a consolidação de práticas pedagógicas inovadoras fundamentadas em evidências.

## Referências

ALVES, Rodrigo Ramos; AMARAL FILHO, Fausto dos Santos. A aprendizagem baseada em problemas na educação superior. **Quaestio – Revista de Estudos em Educação**, Sorocaba, v. 26, e024005, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.22483/2177-5796.2024v26id5156>. Disponível em: <https://periodicos.uniso.br/quaestio/article/view/5156>. Acesso em: 1 maio 2026.

ARAUJO, Ives Solano; MAZUR, Eric. Instrução por pares e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 362-384, 2013. DOI: 10.5007/2175-7941.2013v30n2p362. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/271159062\\_Instrucao\\_pelos\\_colegas\\_e\\_ensin\\_o\\_sob\\_medida\\_uma\\_proposta\\_para\\_o\\_engajamento\\_dos\\_alunos\\_no\\_processo\\_de\\_ensin\\_o\\_aprendizagem\\_de\\_Fisica](https://www.researchgate.net/publication/271159062_Instrucao_pelos_colegas_e_ensin_o_sob_medida_uma_proposta_para_o_engajamento_dos_alunos_no_processo_de_ensin_o_aprendizagem_de_Fisica). Acesso em: 4 maio 2026.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Tradução de Eva Nick *et al.* Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

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



BACICH, L.; MORAN, J. (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

**BEKIYEVA, Maral Batyrova; CHARYYAROV, Charyyar Rahymberdiyevich; BABAKULYYEVA, Aynur Dovletmuradovna.** *Role of the teacher in problem-based learning environments*. Science and Technology of Youth, n. 2, 2025. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/393418296\\_ROLE\\_OF\\_THE\\_TEACHER\\_IN\\_PROBLEM-BASED\\_LEARNING\\_ENVIRONMENTS](https://www.researchgate.net/publication/393418296_ROLE_OF_THE_TEACHER_IN_PROBLEM-BASED_LEARNING_ENVIRONMENTS). Acesso em: 2 maio 2026.

BENDER, William N. **Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI**. Tradução: Fernando de Siqueira Rodrigues. Porto Alegre: Penso, 2014.

BERGMANN, Jonathan; SAMS, Aaron. *Flip your classroom: reach every student in every class every day*. Washington, DC: International Society for Technology in Education, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/3KTJLqNJLmZzC3qfczL3L8d/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 4 maio 2026.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 27 abr. 2026.

CAO, J.; SYED ARIS, S. R.; WAHID, N. T. A. Transforming undergraduate chemistry: a decade of flipped classroom innovations (2013-2023). **Foro de Educación**, Salamanca, v. 23, n. 2, p. 142-165, 2025. DOI: <https://doi.org/10.14201/fde.810>. Disponível em: <https://forodeeducacion.com/ojs/index.php/fde/article/view/810/598>. Acesso em: 4 maio 2026.

CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2018183765. Disponível em: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>. Acesso em: 5 maio 2026.

CHANS, G. M.; PORTUGUEZ CASTRO, M. Gamification as a strategy to increase motivation and engagement in higher education chemistry students. **Computers**, Basileia, v. 10, n. 10, p. 132, 2021. DOI: 10.3390/computers10100132. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-431X/10/10/132>. Acesso em: 05 maio 2026.

CONDLIFFE, Barbara *et al.* *Project-Based Learning: A Literature Review*. *Working Paper*, New York: MDRC, 2017. Disponível em: [https://www.mdrc.org/sites/default/files/Project-Based\\_Learning-LitRev\\_Final.pdf](https://www.mdrc.org/sites/default/files/Project-Based_Learning-LitRev_Final.pdf). Acesso em: 4 maio 2026.

COSTA, Anna Maria; ESCAJA, Núria. *Problem-Based Learning in Graduate and Undergraduate Chemistry Courses: Face-to-Face and Online Experiences*. *Journal of Chemical Education*, v. 100, n. 2, p. 597-606, 2023. DOI: 10.1021/acs.jchemed.2c00741.





Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jchemed.2c00741>. Acesso em: 2 maio 2026.

CSIKSZENTMIHALYI, M. **Flow: the psychology of optimal experience**. Nova York: Harper & Row, 1990.

DECI, E. L.; KOESTNER, R.; RYAN, R. M. A meta-analytic review of experiments examining the effects of extrinsic rewards on intrinsic motivation. **Psychological Bulletin**, Washington, v. 125, n. 6, p. 627-668, nov. 1999. DOI: 10.1037/0033-2909.125.6.627. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10589297/>. Acesso em: 5 maio 2026.

DETERDING, Sebastian; DIXON, Dan; KHALED, Rilla; NACKE, Lennart. **From game design elements to gamefulness: defining "gamification"**. In: INTERNATIONAL ACADEMIC MINDTREK CONFERENCE, 15., 2011, Tampere. **Anais...** New York: ACM, 2011. p. 9-15. DOI: 10.1145/2181037.2181040. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/230854710\\_From\\_Game\\_Design\\_Elements\\_to\\_Gamefulness\\_Defining\\_Gamification](https://www.researchgate.net/publication/230854710_From_Game_Design_Elements_to_Gamefulness_Defining_Gamification). Acesso em: 5 maio 2026.

DICHEVA, D.; DICHEV, C.; AGRE, G.; ANGELOVA, G. Gamification in education: a systematic mapping study. **Educational Technology & Society**, v. 18, n. 3, p. 75-88, 2015. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.18.3.75>. Acesso em: 5 maio 2026.

DOLMANS, D.; DE GRAVE, W.; WOLFHAGEN, I.; VAN DER VLEUTEN, C. Problem-based learning: future challenges for educational practice and research. **Medical Education**, v. 39, n. 7, p. 732-741, ago. 2005. DOI: 10.1111/j.1365-2929.2005.02205.x. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15960794>. Acesso em: 2 maio 2026.

DOLMANS, Diana H. J. M. *et al.* *Deep and surface learning in problem-based learning: a review of the literature*. *Advances in Health Sciences Education*, v. 21, n. 5, p. 1087-1112, 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10459-015-9645-6>. Acesso em: 2 maio 2026.

DWECK, Carol S. **Mindset: a nova psicologia do sucesso**. Tradução de S. Izzo. São Paulo: Objetiva, 2017.

FARIAS, Gabriela Belmont de. Contributos da aprendizagem significativa de David Ausubel para o desenvolvimento da Competência em Informação. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 27, n. 2, p. 58-76, abr./jun. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-5344/39999>. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/pci/article/view/39999>. Acesso em: 27 abr. 2026.

FILATRO, A.; CAVALCANTI, C. C. **Metodologias inov-ativas na educação presencial, a distância e corporativa**. São Paulo: Saraiva, 2018.



FREEMAN, Scott *et al.* *Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 111, n. 23, p. 8410–8415, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>. Acesso em: 27 abr. 2026.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GONÇALVES, Alécia Maria; GOMES, Fabiana. Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP): uma possibilidade de formação no curso de Licenciatura em Química. **Revista Insignare Scientia**, Chapecó, v. 5, n. 2, p. 4–20, 2022. DOI: 10.36661/2595-4520.2022v5n2.12986. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/12986>. Acesso em: 5 maio 2026.

GOOS, M.; GALBRAITH, P.; RENSHAW, P. Socially mediated metacognition: creating collaborative zones of proximal development in small group problem solving. *Educational Studies in Mathematics*, v. 49, n. 2, p. 193–223, 2002. DOI: 10.1023/A:1016209010120. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1016209010120>. Acesso em: 1 maio 2026.

GRIEBELER, Cassiana Herzer; PAZINATO, Maurícus Selvero; PASSOS, Camila Greff. Peer instruction in chemistry classes: systematic review on contributions and possibilities. *Educación Química, Ciudad de México*, v. 35, n. 4, p. 108–126, 2024. DOI: <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2024.4.86704>. Disponível em: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-893X2024000400108&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2024000400108&lng=es&nrm=iso). Acesso em: 4 maio 2026.

HAMARI, J.; KOIVISTO, J.; SARSA, H. Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification. In: **HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES**, 47., 2014, Waikoloa. **Proceedings [...]**. IEEE, 2014. p. 3025-3034. DOI: 10.1109/HICSS.2014.377. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1109/HICSS.2014.377>. Acesso em: 5 maio 2026.

HANUS, M. D.; FOX, J. Assessing the effects of gamification in the classroom: a longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance. **Computers & Education**, v. 80, p. 152-161, 2015. DOI: 10.1016/j.compedu.2014.08.019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131514002000>. Acesso em: 5 maio 2026.



HATTIE, John. **Visible learning: a synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement**. London: Routledge, 2009.

NATIONAL NANOTECHNOLOGY INITIATIVE (NNI). **What is nanotechnology?** Washington, DC: NNI, 2024. Disponível em: <https://www.nano.gov>. Acesso em: 10 abr. 2026.

HMELO-SILVER, Cindy E. Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, v. 16, n. 3, p. 235–266, 2004. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>. Acesso em: 2 maio 2026.

IMMORDINO-YANG, Mary Helen. **Emotions, learning, and the brain: exploring the educational implications of affective neuroscience**. New York: W. W. Norton & Company, 2016.

JONASSEN, David H.; DAVIDSON, Mark; COLLINS, Maria Patricia; CAMPBELL, John P.; BANNAN, Brenda. Constructivism and computer-mediated communication in distance education. *American Journal of Distance Education*, v. 9, n. 2, p. 7–26, 1995. DOI: <https://doi.org/10.1080/08923649509526885>. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/242098273\\_Constructivism\\_and\\_Computer-Mediated\\_Communication\\_in\\_Distance\\_Education](https://www.researchgate.net/publication/242098273_Constructivism_and_Computer-Mediated_Communication_in_Distance_Education). Acesso em: 4 maio 2026.

KAPP, K. M. **The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education**. San Francisco: Pfeiffer, 2012.

LAVE, Jean; WENGER, Etienne. **Situated learning: legitimate peripheral participation**. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.

LONGO, Marisa; SIRTORI, Carla; PASSOS, Camila Greff. Estratégias didáticas para ensino de Química Analítica no ensino superior: uma revisão de literatura. *Anais dos Encontros de Debates sobre o Ensino de Química*, n. 42, 2023. Disponível em: <https://edeq.com.br/submissao2/index.php/edeq/article/view/343>. Acesso em: 27 abr. 2026.

LOPES, V. de L.; RAMOS, P. R. Promovendo a interdisciplinaridade e a sustentabilidade: importância da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) no ensino médio. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, São Paulo, v. 8, n. 19, p. e082570, 2025. DOI: 10.55892/jrg.v8i19.2570. Disponível em: <https://revistajrg.com/index.php/jrg/article/view/2570>. Acesso em: 5 maio 2026.

MARQUES, Carlos Eduardo Tauci. Revolucionando a educação: a eficiência das metodologias ativas e seus impactos educacionais. *Revista Missioneira*, v. 26, n. 1, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.46550/5p073j02>. Acesso em: 27 abr. 2026.

MAZUR, Eric. *Peer Instruction: A User's Manual*. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1997.



MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? **Currículo: Revista de Teoria, Investigación y Práctica Educativa**, La Laguna, n. 25, p. 29–56, 2012. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/96956>. Acesso em: 1 maio 2026.

NEVES, Maria da Conceição; SASAKI, Daniel Guilherme Gomes. Aprendizagem Baseada em Projetos na área de Ciências do ensino fundamental: uma revisão sistemática. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 31, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320250009>. Disponível em: [http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132025000100207](http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132025000100207). Acesso em: 5 maio 2026.

OLIVEIRA, Bruna Kélvia Alves de; GOMES, José Leandro Costa; SILVA, Ivoneide Mendes da. *Aprendizagem baseada em problemas no ensino de ciências da natureza*. Pesquisa e Debate em Educação, v. 13, 2023. DOI: 10.34019/2237-9444.2023.v13.37406. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/RPDE/article/view/37406>. Acesso em: 2 maio 2026.

OLIVEIRA-PEREIRA, Wesley de; ANJOS, Ricardo Eleutério dos; ROMEIRO, Mariana Astolpho. Aprendizagem baseada em problemas: surgimento, disseminação internacional e sua chegada ao Brasil. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, Boa Vista, v. 15, n. 44, p. 114–136, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8216319>. Disponível em: <https://zenodo.org/records/8216319>. Acesso em: 1 maio 2026.

PASSOS, Blanchard Silva; VASCONCELOS, Ana Karine Portela. Aprendizagem Significativa e Atividades Experimentais: um estudo experimental randomizado. **Revista Insignare Scientia - RIS**, Brasil, v. 9, n. 1, p. e15073, 2026. DOI: [10.36661/2595-4520.2026v9n1.15073](https://doi.org/10.36661/2595-4520.2026v9n1.15073). Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/15073>. Acesso em: 1 maio 2026.

PEREIRA, Walysson Gomes; NASCIMENTO, Rogério José Melo do; NASCIMENTO, Tássio Lessa do. Uso da metodologia ativa instrução por pares assistida pelo aplicativo plickers: uma experiência no ensino de química. *Conexões: Ciência e Tecnologia*, Fortaleza, v. 18, 2024. DOI: <https://doi.org/10.21439/conexoes.v15i0.2078>. Disponível em: <https://conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/view/2078>. Acesso em: 1 maio 2026.

PIAGET, Jean. *A psicologia da inteligência*. Rio de Janeiro: Vozes, 2013.

PUHL, Cassiano Scott; MÜLLER, Thaísa Jacintho; LIMA, Isolda Gianni de. As contribuições de David Ausubel para os processos de ensino e de aprendizagem. **Revista Dynamis**, Blumenau, v. 26, n. 1, p. 61-77, 2020. DOI: <https://doi.org/10.7867/1982-4866.2020v26n1p61-77>. Disponível em: <https://periodicos.ufal.br/debateseducacao/article/view/13678>. Acesso em 12 maio 2026.





RAIMONDI, Angela Cristina; RAZZOTO, Eliane Siqueira. Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino de Química Analítica Qualitativa. **Revista Insignare Scientia - RIS**, Brasil, v. 3, n. 2, p. 36–48, 2020. DOI: [10.36661/2595-4520.2020v3i2.11159](https://doi.org/10.36661/2595-4520.2020v3i2.11159). Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/11159>. Acesso em: 2 maio 2026.

RIBEIRO, Maria Auxiliadora Andrade Pinto *et al.* **Aprendizagem baseada em projetos no ensino universitário e as competências do século XXI**. *Revista FT*, v. 29, n. 150, set. 2025. DOI: 10.69849/revistaft/dt10202509262222. Disponível em: <https://revistaft.com.br/aprendizagem-baseada-em-projetos-no-ensino-universitario-e-as-competencias-do-seculo-xxi/>. Acesso em: 5 maio 2026.

RYAN, Richard M.; DECI, Edward L. Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. **American Psychologist**, Washington, v. 55, n. 1, p. 68-78, 2000. DOI: 10.1037/0003-066X.55.1.68. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11392867/>. Acesso em: 5 maio 2026.

SANTOS, Marcos Bispo dos; PEREIRA, Gilvaneide Alves de Moraes. Metodologias pedagógicas ativas no ensino superior na contemporaneidade: desafios e potencialidades. **COGNITIONIS Scientific Journal**, v. 6, n. 1, p. 92–107, 2023. DOI: <https://doi.org/10.38087/2595.8801.179>. Acesso em: 1 maio 2026.

SAVERY, John R. Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, v. 1, n. 1, 2006. DOI: [10.7771/1541-5015.1002](https://doi.org/10.7771/1541-5015.1002). Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/27240121\\_Overview\\_of\\_Problem-based\\_Learning\\_Definitions\\_and\\_Distinctions](https://www.researchgate.net/publication/27240121_Overview_of_Problem-based_Learning_Definitions_and_Distinctions). Acesso em: 2 maio 2026.

SILVA, Milena Lopes da; FARIAS, Karen Thayane Grangeiro; VENTURIERI, Bianca. *Aprendizagem baseada em problemas no ensino de Ciências: estratégia didática aplicada em escola no município de Tucuruí/PA*. *Ambiente & Educação*, v. 29, n. 1, 2024. DOI: 10.63595/ambeduc.v29i1.16550. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/ambeduc/article/view/16550>. Acesso em: 2 maio 2026.

SILVA, Reni Elisa da; CUNHA, Célio da; MELO, Marli Alves Flores. Educação transformadora e metodologias ativas: uma reflexão a partir da perspectiva freireana. **RECIMA21 – Revista Científica Multidisciplinar**, v. 7, n. 4, 2026. ISSN 2675-6218. DOI: <https://doi.org/10.47820/recima21.v7i4.7660>. Disponível em: <https://recima21.com.br/recima21/article/view/7660>. Acesso em: 1 maio 2026.

SILVA, Samuel Freitas; FERREIRA JÚNIOR, José Milton; PAIVA, Maria Mabelle Pereira Costa; COLARES, Regilany Paulo. **Metodologias ativas no ensino de Química: um relato de experiências**. *Revista Nova Paideia – Revista Interdisciplinar em Educação e Pesquisa*, v. 6, n. 2, p. 170–184, 2024. DOI: 10.36732/riep.v6i2.404. Disponível em: <https://ojs.novapaideia.org/index.php/RIEP/article/view/404>. Acesso em: 1 maio 2026.





TAVARES, Romero. *Construindo mapas conceituais*. Ciências & Cognição, Rio de Janeiro, v. 12, p. 72–85, 2007. Disponível em: <https://revista.cienciasecognicao.org/index.php/cec/article/view/641>. Acesso em: 1 maio 2026.

THOMAS, John W. A review of research on project-based learning. San Rafael, CA: Autodesk Foundation, 2000. Disponível em: [https://tecfa.unige.ch/proj/eteach-net/Thomas\\_researchreview\\_PBL.pdf](https://tecfa.unige.ch/proj/eteach-net/Thomas_researchreview_PBL.pdf). Acesso em: 4 maio 2026.

TING, F. S. T. *et al.* A meta-analysis of the effects of active learning on Asian students in science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *Asia-Pacific Education Researcher*, v. 32, n. 3, p. 1–15, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40299-022-00661-6>. Acesso em: 27 abr. 2026.

UNESCO. **Reimagining our futures together: a new social contract for education**. Paris: UNESCO, 2021. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379707>. Acesso em: 27 abr. 2026.

VARADARAJAN, Sujatha; LADAGE, Savita. *Problem-Based Learning (PBL): A Literature Review of Theory and Practice in Undergraduate Chemistry Laboratories*. *Journal of Chemical Education*, v. 101, n. 8, p. 3027–3038, 2024. DOI: 10.1021/acs.jchemed.3c01335. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jchemed.3c01335>. Acesso em: 2 maio 2026.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

WALKER, A.; LEARY, H. A problem based learning meta-analysis: differences across problem types, implementation types, disciplines, and assessment levels. **Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning**, v. 3, n. 1, p. 12-43, 2009. DOI: 10.7771/1541-5015.1061. Disponível em: <https://docs.lib.purdue.edu/ijpbl/vol3/iss1/3/>. Acesso em: 2 maio 2026.

YEW, Elaine H. J.; GOH, Karen. *Problem-Based Learning: An Overview of its Process and Impact on Learning*. *Health Professions Education*, v. 2, n. 2, p. 75–79, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452301116300062>. Acesso em: 2 maio 2026.

