

Aprendizagem colaborativa no ensino de Biologia: uma revisão sistemática da literatura (2013–2025)

Collaborative learning in Biology education: a systematic literature review (2013–2025)

Raíssa Ballego¹
Ives Solano Araujo²

Resumo

Este estudo apresenta uma revisão sistemática de artigos sobre Aprendizagem Colaborativa (AC) no Ensino de Biologia publicados entre 2013 e março de 2025. Foram analisados temas, níveis de ensino, concepções, metodologias e motivações. A maioria dos trabalhos concentra-se no Ensino Superior, sobretudo em Biologia Humana, Genética e Bioquímica; no Ensino Médio prevalecem estudos sobre Ecologia e Biodiversidade; no Ensino Fundamental há poucas investigações. Entre as metodologias destacam-se aprendizagem em equipes, aprendizagem baseada em problemas, com unidades virtuais e gamificação. Os estudos relatam ganhos em desempenho acadêmico, engajamento e habilidades sociais. As concepções de colaboração variam de entendimentos centrados em tarefas em grupo até abordagens que enfatizam negociação de significados e vínculos socioemocionais. As principais motivações foram o desenvolvimento de habilidades sociais e o suporte à aprendizagem. Conclui-se que a AC é valorizada, mas ainda há lacunas na Educação Básica e na diversidade temática.

Palavras-chave: aprendizagem colaborativa; ensino de biologia; revisão da literatura.

Abstract

This study presents a systematic review of articles on Collaborative Learning (CL) in Biology Education published between 2013 and March 2025. Themes, educational levels, conceptions, methodologies, and motivations were analyzed. Most works focus on Higher Education, particularly in Human Biology, Genetics, and Biochemistry; at the Secondary Education level, studies on Ecology and Biodiversity prevail; at the Primary Education level, there is little research. Among the methodologies, team-based learning, problem-based learning, virtual communities, and gamification stand out. The studies report gains in academic performance, engagement, and social skills. Conceptions of collaboration range from understandings centered on group tasks to approaches that emphasize negotiation of meaning and socioemotional bonds. The main motivations were the development of social skills and support for learning. It is concluded that CL is valued, but there are still gaps in Basic Education and thematic diversity.

Keywords: collaborative learning; biology education; literature review.

¹ Universidade de São Paulo | raissa.ballego@usp.br

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul | ives@if.ufrgs.br

Introdução

O século XXI está marcado por desafios socioambientais de escala global, cujas consequências são profundamente interligadas. A crise climática e a acelerada perda de biodiversidade ameaçam a estabilidade dos ecossistemas e impactam diretamente as condições de vida humana, aumentando desigualdades e comprometendo o futuro das sociedades. Tais problemas não são apenas de ordem técnica ou científica, mas também sociais, culturais e éticos, exigindo respostas que articulem a produção e a apropriação crítica do conhecimento científico. Nesse contexto, a educação e, em especial, o ensino de Biologia, ocupa uma posição estratégica, ao contribuir para a formação de cidadãos capazes de compreender a complexidade dos fenômenos naturais e sociais.

Apesar desse potencial formativo, o ensino de Biologia ainda apresenta limitações significativas, independentemente do nível de ensino ou do contexto escolar. Pesquisas na área (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001) já apontavam, desde o início do século, problemas recorrentes como a fragmentação dos conteúdos, a descontextualização das práticas pedagógicas e a predominância de abordagens transmissionistas, pouco voltadas ao desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem com significado. Ainda que documentos normativos mais recentes, como a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), reconheçam a urgência de superar tais obstáculos ao enfatizarem competências como argumentação científica, pensamento crítico e atuação responsável diante de desafios socioambientais, persistem dificuldades na efetiva concretização desses princípios em sala de aula. Há um descompasso entre os propósitos declarados em documentos oficiais e as atividades de ensino ainda realizadas na prática, que reforçam a memorização e aprendizagem mecânica dos conteúdos.

Nesse cenário, metodologias ativas, centradas na participação dos estudantes, vêm sendo apontadas como alternativas promissoras para ressignificar o ensino de Biologia. Entre essas abordagens, destaca-se a aprendizagem colaborativa que pode ser entendida, na acepção de Dillenbourg (1999) e Fischer et al. (2002), como um processo no qual dois ou mais indivíduos constroem coletivamente significados, soluções e conhecimentos por meio de interações cognitivamente exigentes, marcadas por negociação de significados, conflito sociocognitivo e construção conjunta. Ao contrário de práticas meramente cooperativas, a aprendizagem colaborativa promove não apenas a aquisição de conteúdos conceituais, mas também o desenvolvimento de competências argumentativas, comunicativas e sociais, essenciais para uma formação integral e crítica (DILLENBOURG, 1999).

Considerando as potencialidades da aprendizagem colaborativa para um ensino de Biologia que ultrapasse práticas voltadas para memorização e transmissão de informações, emerge a necessidade de compreender como ela vem sendo mobilizada no ensino de Biologia. A presente revisão da literatura visa responder às seguintes questões: a) Qual o panorama geral das pesquisas sobre aprendizagem colaborativa no Ensino de Biologia? b) Qual o foco dos estudos? c) Quais são as concepções sobre aprendizagem colaborativa explicitadas nos trabalhos? d) Quais as metodologias de aprendizagem colaborativa utilizadas? e) Qual(is) a(s) motivação(ões) indicadas para esse tipo de aprendizagem?

Para responder essas questões, este artigo apresenta uma revisão da literatura de artigos de pesquisa na área de Educação em Ciências cuja metodologia é apresentada na sequência.

Metodologia

Para esta revisão sistemática da literatura, seguimos as orientações de Siddaway, Wood e Hedges (2019), que abrangem a: formulação clara de perguntas de pesquisa; definição precisa de termos de busca; explicitação dos critérios de inclusão e exclusão; organização dos registros; e condução da seleção por dois revisores independentes, garantindo consenso em cada etapa.

A busca inicial de artigos foi realizada na base de dados *Web of Science* (WoS). Optou-se por realizar a busca exclusivamente na WoS porque esse ambiente reúne, em uma mesma interface, as coleções Science Citation Index Expanded, Social Sciences Citation Index e Emerging Sources Citation Index, totalizando mais de 9000 periódicos ativos, distribuídos em 182 categorias. Essa cobertura multidisciplinar abrange simultaneamente Biologia e Educação, o que permite localizar estudos empíricos sobre aprendizagem colaborativa e análises pedagógicas em um único corpus, sem a duplicação de registros típica de buscas dispersas em várias bases. Além disso, a WoS mantém um processo editorial criterioso, baseado em avaliação de impacto, influência e revisão por pares, condição que assegura metadados consistentes (citações, afiliações, palavras-chave padronizadas) e facilita análises bibliográficas posteriores. Utilizando os termos "*collaborative learning*" e "*Biology*" aplicados aos campos "*título/title*", "*palavras-chave/keywords*" e "*resumo/abstract*" de artigos com revisão por pares publicados entre 2013 e março de 2025. A escolha dos termos em língua inglesa deve-se à exigência da plataforma de que, mesmo para artigos publicados em outros idiomas que não este, todas as informações para os referidos campos estejam disponíveis em inglês, o que garante a inclusão de estudos originalmente escritos em português e espanhol, outros dois idiomas de interesse.

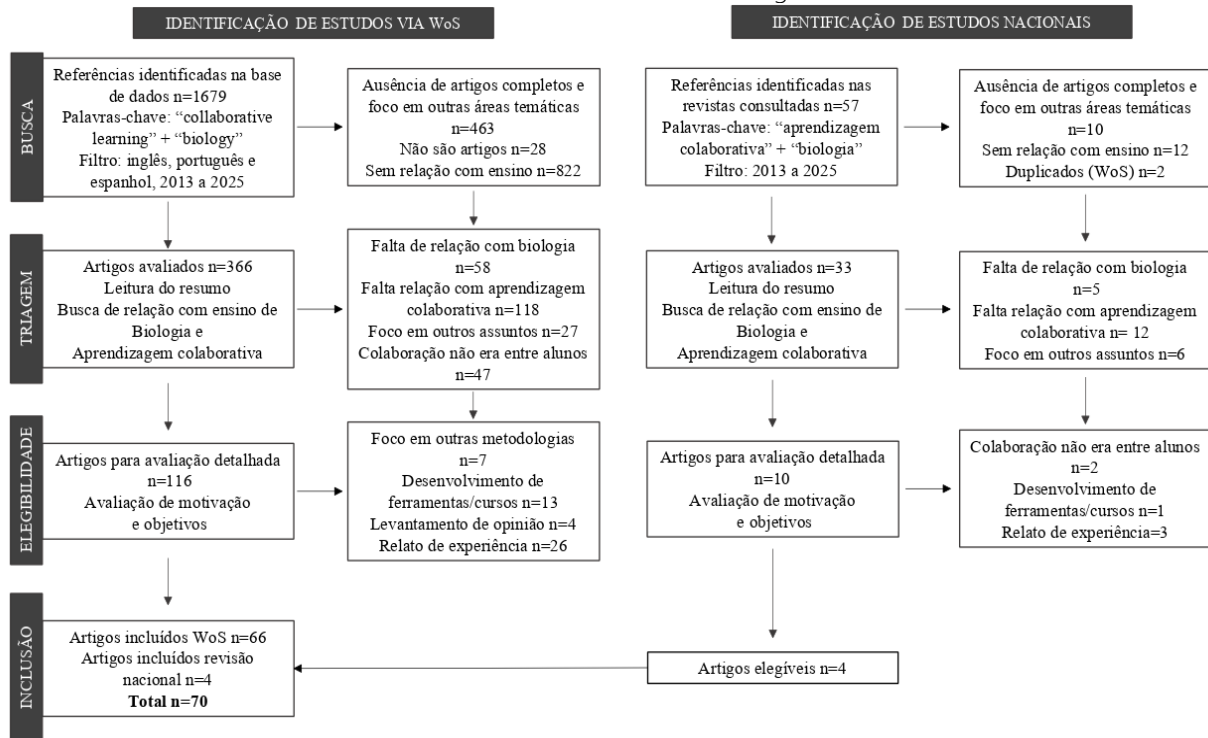
Devido à ausência de artigos nacionais de pesquisa sobre o tema, após os processos de triagem descritos na sequência, realizamos uma revisão complementar da literatura nacional, utilizando os mesmos critérios. Empreendemos buscas com a palavra-chave "aprendizagem colaborativa" e "Biologia" nas produções de 2013 a 2024 nos anais do ENPEC e diretamente nas páginas de 21 das principais revistas nacionais com publicações na área ensino de Biologia, a saber: Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia; Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas; Ciência & Educação; Educação e Pesquisa; Investigações em Ensino de Ciências; Revista Brasileira de Educação; Revista Brasileira de Educação a Distância; Revista Brasileira de Educação Ambiental; Revista Brasileira de Educação em Ciências; Revista Brasileira de Educação em Ciências e Biologia; Revista Brasileira de Educação em Ciências e Matemática; Revista Brasileira de Educação em Ciências e Tecnologia; Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia; Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências; Revista de Educação e Pesquisa em Ensino de Ciências; Revista de Ensino de Biologia; Revista de Ensino de Ciências e Biologia; Revista de Ensino de Ciências e Matemática; Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa); e Revista SBEnBio – Associação Brasileira de Ensino de Biologia.

A seleção e exclusão de artigos seguiram a metodologia PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses*) (PAGE et al., 2022), conforme ilustrado na Figura 1 que detalha as fases de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão.

Busca dos artigos: a busca inicial resultou em 1679 artigos. Após a exclusão de produções diferentes de artigos completos e de áreas temáticas como matemática, engenharia aplicada, programação e medicina aplicada, foram excluídos 463 artigos. Em seguida, foram excluídos 28 resumos de anais de conferências e 822 trabalhos sem relação com o ensino,

frequentemente abordando colaboração em contextos biológicos celulares ou imunológicos. Na revisão nacional foram identificados 57 artigos, dos quais dez foram excluídos por tratarem de outras áreas temáticas, doze não tinham relação com ensino e dois estavam duplicados

Figura 1: Esquema da utilização da declaração PRISMA para revisão da literatura sobre aprendizagem colaborativa no ensino de Biologia.



Fonte: os autores, 2026

Triagem: foi realizada a leitura de 366 resumos com a intenção de verificar a relação com Ensino de Biologia e aprendizagem colaborativa. Foram excluídos: 58 artigos sem relação direta com Biologia; 118 sem foco na aprendizagem colaborativa; e 27 sem priorizar a aprendizagem em Biologia; e 47 foram descartados por não envolverem colaboração entre alunos, mas sim entre professores ou pesquisadores. Na revisão nacional, dos 33 resumos avaliados, cinco não tinham relação com biologia, doze não tinham relação com aprendizagem colaborativa e seis possuíam foco em outros assuntos.

Elegibilidade: dos cento e dezesseis trabalhos avaliados quanto à motivação e objetivos, sete artigos apenas mencionam o termo sem aprofundamento, treze focaram em reestruturação curricular ou desenvolvimento de ferramentas, e quatro avaliavam somente a opinião dos alunos sobre metodologias aplicadas; e vinte e seis trabalhos eram relatos de experiência. Enquanto nos trabalhos nacionais, dos dez artigos avaliados, dois não apresentavam colaboração entre alunos, um tinha foco em desenvolvimento de ferramentas e três eram relatos de experiência.

Inclusão: foram considerados para essa revisão 66 trabalhos internacionais e quatro nacionais. Desta forma, para leitura na íntegra, ficaram 70 trabalhos.

Resultados

Nesta seção apresentamos as respostas encontradas para nossas questões de pesquisa a partir da análise dos 70 artigos filtrados. Os títulos das subseções correspondem às próprias questões de pesquisa.

Qual o panorama geral das pesquisas sobre aprendizagem colaborativa no Ensino de Biologia?

Para o levantamento do panorama geral das pesquisas que envolviam aprendizagem colaborativa dentro do Ensino de Biologia foram analisados o nível de ensino em que a pesquisa foi aplicada, as áreas do conhecimento biológico e os temas dentro dessa área. Os quadros 1 e 2 resumem essas informações, os números entre parêntesis indicam a quantidade de trabalhos em cada categoria.

O Ensino Superior é o nível de ensino que possui a maior quantidade de trabalhos desenvolvidos (n=52), cerca de 74% dos artigos encontrados. Essa predominância ocorre, muito provavelmente, pela facilidade que os pesquisadores têm de acesso às salas de aula universitárias por estar no mesmo ambiente de trabalho deles. Além disso, o Ensino Superior lida com temas mais complexos e a necessidade de aprimorar os resultados de aprendizagem, pode incentivar a busca por atividades colaborativas. Dentro deste nível de ensino existem três áreas que são mais trabalhadas: Biologia do Corpo Humano (n=11); Genética (n=11); e Bioquímica (n=11). Considerando que a maior parte dos trabalhos (n=41) estão vinculados ao ensino das ciências médicas e que temas como anatomia e fisiologia, por exemplo, estão dentro de Biologia do Corpo Humano, é de se esperar sua prevalência. Dois trabalhos (SUGIHARTO et al., 2019; ZITHA; MOKGANYA; SINTHUMULE, 2023) não mencionaram a área trabalhada, somente apontaram que foram feitos no âmbito do ensino de Biologia. Alguns trabalhos apresentam mais de um tema explícito, como pode ser visto no Quadro 1.

Para o Ensino Médio (n=15), com cerca de 21% do total de trabalhos, a área mais abordada é Ecologia, com foco na temática "biodiversidade". De acordo com Babou et al. (2023) é de fundamental importância o ensino da biodiversidade para que as gerações futuras desenvolvam senso de conservação, um profundo entendimento da interdependência dos seres vivos com a humanidade e seu meio ambiente para que todos possam ajudar na manutenção do balanço ecológico da Terra. Esse cenário está de acordo com o que é proposto pela BNCC (BRASIL, 2018), que caracteriza como importante a compreensão da biodiversidade para que os estudantes tenham consciência socioambiental e desenvolvam hábitos de consumo sustentável. No Ensino Fundamental II (n=3), que teve o equivalente a 4% dos trabalhos, um dos dois artigos encontrados (DOHN; DOHN, 2017) explicita como áreas trabalhadas Citologia, Ecologia e Fisiologia.

De acordo com os autores (DOHN; DOHN, 2017), essas áreas fazem parte do currículo obrigatório dos alunos entre 16 e 18 anos da Dinamarca. Já o artigo de Jarjoura, Tayeh e Zgheib (2015) não menciona área, mas tem como objetivo descobrir se a aprendizagem em equipes leva a uma melhoria no desempenho acadêmico dos alunos do 7º ano em biologia, e se ela está associada a um aumento na satisfação e motivação dos alunos.

Quadro 1: Quadro sobre as áreas de conhecimento, tema e referências dos trabalhos aplicados no Ensino Superior.

Área	Tema explícito	Autores
Biologia do corpo humano (10)	Anatomia	Chandrashekar et al. (2022); Doubleday; Stafford et al. (2014); Hughes; Keim; Merati et al. (2021); Novak et al. (2022)
	Fisiologia	Barmaki et al. (2019); Khan et al. (2022); Kozlov; Buder; Thiemann (2018); Leupen; Kephart; Hodges (2020); Montrezor (2021)
	-	Hastuti et al. (2022)
Genética (11)	@DNA	Dunbar-Wallis et al. (2023)
	Genes	Dahlberg et al. (2021); Feng et al. (2023)
	Mutações	Osman; Kaur (2014)
	-	Casanoves et al. (2017); Cooke; Weir; Clarkston (2019); Gardner et al. (2019); McQueen et al. (2014); Premo; Cavagnetto; Davis, (2018); Susantini et al. (2018); Yu et al. (2022)
Bioquímica (11)	Metabolismo	Cardamone et al. (2023); Lui et al. (2023); Medina et al. (2022); Silva et al (2015)
	Proteínas	Kuehl et al. (2019); Young (2020)
	Osmose	Olschewski; Herzmann; Schlueter (2023)
	-	Das et al. (2019); Knight et al. (2021); Kowalski; Hoops; Johnson (2016); Reed; Richardson (2013)
Citologia (8)	Divisão Celular	Hacisalihoglu et al. (2018)
	Tipo de célula	Young, (2020)
	-	Beers et al. (2021); Gardner et al. (2019); Grasso (2017); Kramer; Kusurkar (2017); Premo et al. (2023); Yu et al. (2022)
Ecologia (4)	Ecosistemas	Aikens; Kulacki (2023); Heim; Holt (2021)
	Sustentabilidade	Huijbregts et al. (2022)
	@Ausente	Cooke; Weir; Clarkston, (2019)
Evolução (3)	Filogenia	Aikens; Kulacki (2023)
	-	Cooke; Weir; Clarkston (2019); Gardner et al. (2019)
Saúde (3)	Intoxicação	Shearer; Kniel, (2021)
	Medicina chinesa	Chu et al. (2023)
	Vacinas	Otto et al. (2023)
Biologia Molecular (3)	Enzimas	Li et al. (2020)
	-	Fildes et al. (2015); Gardner et al. (2019)
Biologia Geral (4)	-	Archila; Molina; de Mejia (2021); Bowman et al. (2020); Premo et al. (2023), Silva et al. (2015)
Laboratório (1)	-	Lubanska et al. (2023)

Fonte: os autores, 2026

Dos estudos selecionados apenas um foi desenvolvido no Ensino Fundamental I. O artigo de Stoeckert e Bogner (2020) teve como motivação a educação científica, com foco em auxiliar os alunos a: gerar hipóteses e formular questões de pesquisa; planejar e realizar experimentos apropriados; interpretar dados; e raciocinar sobre resultados potenciais, bem como apresentá-los aos pares. A área trabalhada foi Ecologia com foco em sustentabilidade. Os autores utilizaram uma metodologia de aprendizagem baseada em investigação o que segundo eles resultou tanto no ganho de conhecimento, quanto no desenvolvimento de habilidades interpessoais.

Quadro 2: Quadro sobre as áreas de conhecimento, tema e referências dos trabalhos aplicados no Ensino Médio, Ensino Fundamental II e Ensino Fundamental I.

Grau	Área	Tema	Autores
Ensino Médio (16)	Biologia do corpo humano (2)	Fisiologia	Garcia, Soares (2015), Schleisman et al. (2018)
	Ecologia (6)	Biodiversidade	Echeverria et al. (2021); Nguyen (2022); Pietarinen et al. (2019)
		Ecologia	Ottenhof et al. (2022)
		Fluxo de energia	Almeida et al. (2017); Shin; Brush; Glazewski (2020)
	Genética (1)	Genes	Wang; Fang; Gu (2020)
	Evolução (1)	Diversidade genética	Schwendimann; Linn (2016)
	Citologia (2)	Funções celulares	Webb et al. (2022), Weng, Ren, S. (2025)
	Ausente (2)	-	Liu; Lee (2013), Bilici; Yilmaz (2024)
Zoologia (1)	Peixes	Cascarosa et al. (2020)	
EF II (3)	Citologia Ecologia Fisiologia (1)	-	Dohn; Dohn, (2017)
	Laboratório (1)	-	Agustina; Putra; Listiawati (2024)
	Ausente (1)	-	Jarjoura; Tayeh; Zgheib (2015)
EF I (1)	Ecologia (1)	Sustentabilidade	Stoeckert; Bogner, (2020)

Fonte: os autores, 2026

Ao observar os temas que são abordados na educação básica, percebe-se que existe um foco maior em pesquisas que consideram temas relacionados à ecologia, o que é um indício de uma crescente preocupação com a necessidade global de se discutir questões relacionadas ao meio ambiente. Entretanto, existem outros temas que também são de suma importância que deveriam ser abordados como saúde e bem-estar, mudanças climáticas e evolução, em que não há, ou quase não há, menção.

Qual o foco dos estudos?

O foco dos trabalhos foi analisado com a intenção de entender quais os principais objetivos dos autores em relação às pesquisas desenvolvidas. Para isso, após a leitura dos objetivos de cada trabalho, foram criadas quatro categorias: avaliação da eficácia do ensino baseado na aprendizagem colaborativa; desenvolvimento de ferramentas e métodos de ensino; e implementação de ensino online na busca pelo desenvolvimento profissional. O Quadro 3 mostra a classificação dos artigos quanto ao foco.

Foram classificados 39 artigos na categoria avaliação da eficácia do ensino baseado na aprendizagem colaborativa. Esses trabalhos buscaram verificar se a utilização de metodologias que envolvem a aprendizagem colaborativa afetava o ganho de conhecimento dos alunos, geralmente tendo a análise de resultados pré e pós-teste. No geral, esses estudos indicaram que houve uma melhora no processo de aprendizagem dos estudantes e que eles próprios preferem os processos que envolvem a aprendizagem colaborativa. A pesquisa de Cooke, Weir e Clarkston (2019) aponta que a aprendizagem colaborativa aumenta em até 23 dias a retenção do conteúdo pelo aluno. Além da promoção da aprendizagem, os estudos com o foco na eficácia do ensino envolvendo aprendizagem colaborativa também indicam que há uma melhora significativa nas habilidades interpessoais dos alunos (KOWALSKI;

HOOPS; JOHNSON, 2016; LI et al., 2020; REED; RICHARDSON, 2013; SCHWENDIMANN; LINN, 2016). Somente o artigo de Premo, Cavagnetto e Davis (2018) indica que a aprendizagem colaborativa não levou a uma melhora do desempenho acadêmico.

Em 12 trabalhos o foco foi o desenvolvimento de novas ferramentas e métodos de ensino. Lui et al. (2023), por exemplo, desenvolvem a ferramenta CMKMS (*Concept Map Knowledge Management System*) que tem como função identificar as mudanças no entendimento dos alunos; os autores obtiveram sucesso na sua aplicação, pois foi possível monitorar de forma exitosa o desenvolvimento conceitual dos alunos. McQueen et al. (2014) desenvolvem o *PeerWise*, que se trata de uma ferramenta de questões de múltipla escolha a serem respondidas em grupo sobre genética. De acordo com os autores, essa ferramenta permitiu a aprendizagem profunda e o envolvimento tanto dos alunos quanto dos instrutores. Os demais artigos também indicam que as ferramentas desenvolvidas ajudaram na promoção do ganho de conhecimento dos alunos.

Quadro 3: Quadro sobre os principais focos dos artigos.

Foco	Artigos
Avaliação da eficácia do ensino baseado na aprendizagem colaborativa (n=39)	Aikens; Kulacki (2023); Archila; Molina; de Mejia (2021); Beers et al. (2021); Casanoves et al. (2017); Chandrashekar et al. (2022); Cooke; Weir; Clarkston, (2019); Dahlberg et al. (2021); Das et al. (2019); Dunbar-Wallis et al. (2023); Gardner et al. (2019); Heim; Holt (2021); Hughes; Keim; Fontes (2023); Jarjoura; Tayeh; Zgheib (2015); Khan et al. (2022); Kowalski; Hoops; Johnson (2016); Kozlov; Buder; Thiemann (2018); Kramer; Kusrkar (2017); Kuehl et al. (2019); Leupen; Kephart; Hodges (2020); Li et al. (2020); Lubanska et al. (2023) Meaders (2023); Merati et al. (2021); Montrezor (2021); Nguyen (2022); Novak et al. (2022); Olschewski; Herzmann; Schlueter (2023); Osman; Kaur (2014); Otto et al. (2023); Penn, Mafor; Mavuru, Lydia (2020); Pietarinen et al. (2019); Premo et al. (2023); Premo; Cavagnetto; Davis, (2018); Reed; Richardson (2013); Schneiderhan-Opel; Bogner (2020); Schwendimann; Linn (2016); Shearer; Kniel, (2021); Stoeckert; Bogner, (2020); Susantini et al. (2018)
Desenvolvimento de ferramentas e métodos de ensino (n=12)	Webb et al. (2022); Doubleday; Wille (2014); McQueen et al. (2014); Wang; Fang; Gu (2020); Fakoya; Ndrio; McCarthy (2023); Araújo et. al (2017); Zitha; Mokganya; Sinthumule, (2023); Knight et al. (2021); Young, (2020); Schleisman et al. (2018); Liu; Lee (2013); Stafford et al. (2014)
Implementação de plataformas e estratégias de ensino online (n=11)	Hastuti et al. (2022); Yu et al. (2022); Dohn; Dohn, (2017); Grasso (2017); Echeverria et al. (2021); Lui et al. (2023); Barmaki et al. (2019); Haciasalihoglu et al. (2018); Cardamone et al. (2023); Shin; Brush; Glazewski (2020); Huijbregts et al. (2022)
Busca pelo desenvolvimento profissional (n=8)	Bowman et al. (2020); Cascarosa et al. (2020); Chu et al. (2023); Feng et al. (2023); Fildes et al. (2015); Medina et al. (2022); Ottenhof et al. (2022); Sugiharto et al. (2019)

Fonte: os autores, 2026

Outros 11 trabalhos estavam focados na implementação de ferramentas e de ensino online. Nesses trabalhos são abordadas metodologias de gamificação (LUI et al., 2023; BARMAKI et al., 2019); comunidades virtuais de aprendizagem e fóruns (YU et al., 2022; HACISALIHOGU et al., 2018; GRASSO, 2017; ECHEVERRIA et al., 2021; DOHN; DOHN, 2017); aprendizagem baseada em equipes (HASTUTI et al., 2022; HUIJBREGTS et al., 2022) e análise

de estudo de caso (CARDAMONE et al., 2023). Em todos esses estudos, as estratégias se mostram eficazes para o desenvolvimento dos alunos.

A busca do desenvolvimento profissional foi o principal objetivo de oito dos trabalhos. Neste caso, independente da metodologia utilizada, observou-se em todos os estudos que a aprendizagem colaborativa auxilia no aperfeiçoamento profissional, por meio das discussões e busca por consensos necessários para realização das tarefas, habilidades essas necessárias nos ambientes profissionais.

Observa-se com essa análise que todos os artigos tiveram resultados positivos com relação ao foco proposto, excetuando, como já mencionado, o estudo de Premo, Cavagnetto e Davis (2018) que não conseguiu estabelecer uma relação entre a aprendizagem colaborativa e a melhora no desempenho acadêmico.

Quais são as concepções sobre aprendizagem colaborativa explicitadas nos trabalhos?

Na presente revisão, buscou-se verificar se os autores dos estudos utilizaram alguma definição explícita sobre o que é colaboração. A maioria dos trabalhos selecionados (n=58) não apresenta. Esses artigos assumem colaboração como trabalho em grupo, cooperação entre pares ou discussão entre alunos, mas sem trazer uma definição clara do termo.

Do total de artigos, doze trabalhos trouxeram definições, que passamos a abordar. Para Aikens e Kulacki (2023), colaboração é quando os alunos se envolvem ativamente entre si em pequenos grupos com o objetivo de concluir uma tarefa. Essa definição é similar ao proposto por Webb et al. (2022) e Wang et al. (2020), que afirmam que colaboração é quando os indivíduos trabalham em grupo para um propósito em comum. Já para Nguyen (2022) e Schwendimann e Linn (2016), a colaboração é um processo de negociação de ideias e significados independente da profundidade do conhecimento dos participantes. Grasso (2017) apresenta de forma simplificada que a colaboração é a troca de ideias entre alunos.

Em Archila, Molina e De Mejia (2021); Pietarinen et al. (2019); Premo, Cavagnetto e Davis (2018) e Premo et al. (2023), a colaboração é conceituada como uma forma de ensino recíproco, na qual os alunos encorajam uns aos outros, podendo formar uma conexão socioemocional, sempre tendo habilidades sociais envolvidas para que haja conexão entre os indivíduos.

Young (2020) define a aprendizagem colaborativa somente como uma metodologia de aprendizagem na qual o aluno é o protagonista. Por fim, para Jarjoura, Tayeh e Zgheib (2015), a colaboração é uma ferramenta necessária para o desenvolvimento cognitivo. Apesar de não haver uma definição única do que é a colaboração ou a aprendizagem colaborativa, pode-se assumir que se trata de um processo que envolve habilidades sociais e um propósito em comum dos pares.

As definições encontradas nos estudos variam em foco e escopo. Parte delas entende colaboração como trabalho conjunto para alcançar um objetivo comum, destacando o engajamento dos alunos em pequenas tarefas ou projetos (AIKENS; KULACKI, 2023; WEBB et al., 2022; WANG et al., 2020). Outra vertente a caracteriza como negociação de ideias e significados, independentemente do nível de conhecimento prévio dos participantes (NGUYEN, 2022; SCHWENDIMANN; LINN, 2016), enquanto Grasso (2017) simplifica ao associá-la apenas à troca de ideias. Também aparecem concepções que vinculam colaboração ao ensino recíproco e ao desenvolvimento de conexões socioemocionais entre os pares, mediadas por habilidades sociais (ARCHILA; MOLINA; DE MEJIA, 2021; PIETARINEN

et al., 2019; PREMO; CAVAGNETTO; DAVIS, 2018; PREMO et al., 2023). Além disso, surgem definições que enfatizam a centralidade do aluno no processo (YOUNG, 2020) e a colaboração como ferramenta de desenvolvimento cognitivo (JARJOURA; TAYEH; ZGHEIB, 2015).

Comparando essas perspectivas, nota-se um espectro que vai de entendimentos mais operacionais, centrados na execução de tarefas em grupo, até abordagens que valorizam processos mais complexos, como a negociação de significados e a dimensão socioemocional da aprendizagem. Embora não haja consenso, essas concepções convergem em compreender a colaboração como um processo que envolve interação entre pares em torno de um propósito compartilhado, variando quanto ao peso atribuído às dimensões cognitivas, sociais ou metodológicas.

Quais as metodologias de aprendizagem colaborativa utilizadas?

Com base no que foi definido sobre colaboração nos artigos, foram levantadas as principais estratégias de ensino colaborativo utilizadas nos trabalhos. Cerca de 41% (n=29) dos trabalhos abordam uma das quatro metodologias principais: a aprendizagem em equipes, a aprendizagem baseada em problemas, comunidades virtuais de aprendizagem e a gamificação. O Quadro 4 abaixo sintetiza as metodologias com as suas respectivas descrições e os artigos nos quais são mencionadas.

A aprendizagem baseada em equipes é definida pelos autores com base em Michaelson et al. (2023), que a definem como uma metodologia de sala de aula invertida, em que os alunos se preparam para a aula previamente em casa e realizam a discussão em sala de aula por meio da aprendizagem colaborativa estruturada, na qual os alunos devem seguir uma sequência específica de atividades fornecidas pelo instrutor que envolve tanto trabalho individual quanto em equipe. Esse tipo de estratégia permite que os alunos aprendam por meio de diferentes perspectivas, principalmente se o aluno estiver inserido em um grupo diverso.

Já com relação às comunidades virtuais de aprendizagem, não há uma definição precisa descrita nos artigos. Em geral, os autores utilizam redes sociais já existentes como *Facebook*, *Twitter* e fóruns próprios das universidades como uma forma de promover a interação e debate entre os alunos.

Sobre aprendizagem baseada em problemas somente os artigos de Osman e Kaur (2014) e Sugiharto et al. (2019) trouxeram a definição sobre essa metodologia. Os autores argumentam que a aprendizagem baseada em problemas se trata de um processo no qual os alunos trabalham juntos para a resolução de um problema. Esse problema pode ser um caso, um cenário, ou problemas que os alunos precisam encontrar uma solução. A integração entre os alunos potencializa que ocorra aprendizagem significativa.

Outra metodologia também bastante utilizada é a gamificação. Jogos e gamificação são amplamente utilizados nos diferentes níveis educacionais para apoiar a aprendizagem dos alunos. Embora ambos promovam comportamentos cooperativos, aprendizagem e desempenho aprimorados, e autoeficácia entre os jogadores, a gamificação utiliza elementos de design de jogos em atividades não relacionadas a jogos, enquanto a aprendizagem baseada em jogos incentiva os alunos a participarem de jogos para aumentar o prazer no processo de aprendizagem (PETERSON, 2017). Importante ressaltar que nenhum dos artigos que utiliza a gamificação no seu contexto de pesquisa trouxe uma definição do que ela é, só trouxeram definição para realidade virtual (BARMAKI et al., 2019; CASANOVES et al., 2017; LUI

et al., 2023; WEBB et al., 2022) ou para os próprios jogos criados (HEIM; HOLT, 2021; SCHLEISMAN et al., 2018; SHEARER; KNIEL, 2021).

Quadro 4: Quadro sobre as metodologias utilizadas para a aprendizagem colaborativa com sua descrição e quais artigos trabalham com essas metodologias.

Metodologia	Descrição	Artigos
Aprendizagem em equipes (n=8)	Uso da sala de aula invertida para preparação antes da aula e discussão entre membros em sala.	Bowman et al. (2020); Das et al. (2019); Cooke; Weir; Clarkston, (2019); Fildes et al. (2015); Hastuti et al. (2022); Huijbregts et al. (2022); Jarjoura; Tayeh; Zgheib (2015); Leupen; Kephart; Hodges (2020)
Aprendizagem baseada em problemas (n=7)	Alunos trabalham juntos para a solução de um problema.	Beers et al. (2021); Chu et al. (2023); Meaders; Vega (2023); Medina et al. (2022); Osman; Kaur (2014); Ottenhof et al. (2022), Sugiharto et al. (2019)
Comunidades virtuais (n=7)	@Uso de plataformas virtuais como forma de mediar debates.	Dohn; Dohn, (2017); Echeverria et al. (2021); Grasso (2017); Hacisalihoglu et al. (2018); Kramer; Kusurkar (2017); Young (2020); Yu et al. (2022)
Gamificação (n=7)	Uso de jogos em ambientes de aprendizagem.	Barmaki et al. (2019); Casanoves et al. (2017); Heim; Holt (2021); Lui et al. (2023); Schleisman et al. (2018); Shearer; Kniel, (2021); Webb et al. (2022)

Fonte: os autores, 2026

Qual(is) a(s) motivação(ões) indicadas para esse tipo de aprendizagem?

Aqui verificamos qual a motivação dos pesquisadores para a utilização das estratégias colaborativas durante a pesquisa. Essas motivações foram classificadas em quatro categorias: desenvolvimento de habilidades sociais, estratégia de suporte para a aprendizagem, engajamento dos alunos e outros. Somente o artigo de Bowman et al. (2020) não teve a motivação clara.

O desenvolvimento de habilidades sociais foi a categoria mais mencionada, correspondendo a 41% (n=29) dos artigos. De acordo com Dillenbourg (1999) a aprendizagem colaborativa tem como um de seus pilares o contrato social, que permite tanto o desenvolvimento cognitivo, quanto das habilidades interpessoais, o que pode justificar o predomínio dessa motivação. Destaca-se que mais da metade dos artigos nessa categoria foram publicados entre 2020 e 2023, relativos aos anos de pandemia e pós-pandemia da COVID-19, período em que há uma ênfase maior na sociedade para a construção de competências sociais que foram prejudicadas devido ao isolamento social. Além disso, muitos dos artigos como Otto et al. (2023) e Merati et al. (2023) enfatizam a importância do desenvolvimento dessas habilidades no âmbito de ensino, pois essa capacidade adquirida se faz necessária para a integração harmoniosa na sociedade, como também em ambientes profissionais.

A segunda categoria mais mencionada foi a estratégia de suporte à aprendizagem, ou seja, a colaboração foi utilizada como uma forma de auxiliar os alunos a adquirirem um determinado conhecimento. Ao todo, 32% (n=22) dos artigos expressaram essa motivação. A colaboração como uma forma de sustentar os processos de aprendizagem é descrita por Fischer (2002), como mencionado no referencial teórico, durante o processo colaborativo, uma das etapas é a busca por consenso, para alcançá-lo é necessário que haja negociação

de significados e esses debates favorecem a aprendizagem, como o artigo de Gardner et al. (2019) menciona.

A promoção do engajamento dos alunos é apontada em 19% (n=13) dos artigos. No trabalho de Leupen, Kephart e Hodges (2020), os autores explicam que ao serem solicitados a trabalhar em grupo, os alunos se engajam mais na tarefa, isto é, se tornam mais participativos, pois eles se sentem estimulados a discutir, explicar e entender o material. Li et al. (2020) mencionam que para que o aluno não se sinta desmotivado com uma aula no estilo tradicional, e sem desenvolver o seu próprio pensamento independente, é necessário que o aluno se engaje no seu processo de construção do conhecimento, o que é facilitado por meio do trabalho em equipe.

Dentro da categoria outros estão 5% (n=4) dos artigos, sendo que três desses trabalhos (AIKENS; KULACKI, 2023; DUNBAR-WALLIS et al., 2023; YU et al., 2022) mencionam como motivação a promoção da autoeficácia do aluno para que ele possa desenvolver tarefas de forma autônoma. No trabalho de Webb et al. (2022), a motivação foi o desenvolvimento da memória de trabalho, uma vez que a memória de trabalho tem uma capacidade máxima, ao trabalhar em grupos, a retenção do aluno e a capacidade de lidar com as tarefas aumenta, pois ao invés de lidar com memórias de trabalho individuais, se passa a ter uma memória de trabalho do grupo.

Portanto, pode-se perceber que a literatura indica duas maiores motivações para a aplicação de trabalhos colaborativos: o desenvolvimento de habilidades sociais e a colaboração como estratégia de facilitar a aprendizagem. Esse cenário revela a crescente preocupação, dentro da educação, com o desenvolvimento de habilidades interpessoais e como isso reflete no ganho de conhecimento. Este tema ganhou relevância particular devido ao agravamento da polarização política em diversas sociedades ocidentais, porém se mostra necessário que haja interação entre pessoas que pensam diferente, tanto para o estabelecimento de novos diálogos, quanto para a aprendizagem de diferentes pontos de vista.

Conclusão

Esta revisão da literatura evidenciou que, embora a aprendizagem colaborativa seja amplamente reconhecida por seu potencial formativo no ensino de Biologia, sua implementação ainda enfrenta desafios significativos. A maioria das pesquisas analisadas concentra-se no Ensino Superior, com predomínio de temas voltados à área da saúde, como anatomia, fisiologia e genética. Esse recorte evidencia uma lacuna importante: a escassez de estudos voltados à Educação Básica, especialmente no Ensino Fundamental, bem como a pouca diversidade temática em áreas igualmente relevantes, como evolução, mudanças climáticas e sustentabilidade.

Outro ponto crítico identificado foi a ênfase nos resultados de aprendizagem, com pouca atenção às dinâmicas de interação entre os estudantes durante o processo colaborativo. São raros os estudos que explorem com profundidade como acontecem as trocas, negociações e construções de sentido dentro dos grupos, o que limita a compreensão das reais potencialidades formativas da colaboração. Além disso, a ausência de avaliações de longo prazo sobre os efeitos dessa metodologia também se destaca como uma lacuna a ser preenchida, uma vez que os estudos apenas evidenciam ganhos imediatos de aprendizagem, sem comprová-los a longo prazo.

Soma-se a isso o fato de que a maioria dos estudos analisados são internacionais, o que evidencia a urgência de mais investigações em contextos brasileiros, sensíveis às especificidades culturais, sociais e educacionais do país.

Como desdobramento deste estudo, recomenda-se que futuras pesquisas aprofundem a análise das interações colaborativas em sala de aula, investiguem seus impactos a longo prazo e explorem metodologias que integrem a colaboração com temas urgentes como biodiversidade, evolução e crise climática. Também se destaca a importância de práticas formativas que articulem teoria e prática, incentivando o uso de tecnologias digitais, jogos didáticos e estratégias interdisciplinares que favoreçam a aprendizagem colaborativa.

Agradecimentos

A primeira autora agradece pela bolsa de doutorado concedida pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. O segundo autor agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de Produtividade em Pesquisa.

Referências

- AGUSTINA, R. D.; PUTRA, R. P.; LISTIAWATI, M. Collaborative Learning Based on Sophisticated Thinking Laboratory (STB-LAB) and Gather Town as Gamification Tool for Blended Laboratory on Science Undergraduate Students. *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science*, v. 17, n. 1, p. 67–78, 2024.
- AIKENS, M. L.; KULACKI, A. R. Identifying Group Work Experiences That Increase Students' Self-Efficacy for Quantitative Biology Tasks. *CBE-Life Sciences Education*, 1 jun. 2023.
- ALMEIDA, J. S. et al. Educação Ambiental: ressignificando a prática educativa por meio de atividades experimentais na EJA. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis. Anais [...]. Florianópolis: UFSC, 2017.
- ARAÚJO, B. D. et al. Uma sequência didática para aprender Evolução Humana: conhecendo origens e superando preconceitos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017. Anais [...]. 2017. p. 1-8.
- ARCHILA, P. A.; MOLINA, J.; DE MEJIA, A.-M. T. Fostering bilingual written scientific argumentation (BWSA) through collaborative learning (CL): evidence from a university bilingual science course. *International Journal of Science Education*, 2 jan. 2021.
- BABOU, A. et al. Teaching biodiversity: Towards a sustainable and engaged education. *Education Sciences*, v. 13, n. 9, p. 931, 2023.
- BARMAKI, R. et al. Enhancement of Anatomical Education Using Augmented Reality: An Empirical Study of Body Painting. *Anatomical Sciences Education*, nov. 2019.
- BEERS, M. A. et al. A fully integrated undergraduate introductory biology and chemistry course with a community-based focus I: Vision, design, implementation, and development. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, nov. 2021.

- BILICI, S.; YILMAZ, R. M. The effects of using collaborative digital storytelling on academic achievement and skill development in biology education. *Education and Information Technologies*, v. 29, p. 20243–20266, 2024.
- BOWMAN, L. L. et al. Course-based prefaculty training program introduces instructional methods, increases instructor self-efficacy, and promotes professional development. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, v. 48, n. 2, p. 156–167, 17 dez. 2019.
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 17 jul. 2025.
- CARDAMONE, C. et al. Use of short videos and case studies to enhance student confidence in biochemistry knowledge and application in a large lecture biochemistry course in first year veterinary curriculum. *Biochemical and Molecular Biology Education*, mar. 2023.
- CASANOVA, M. et al. Learning genetics through a scientific inquiry game. *Journal of Biological Education*, v. 51, n. 2, p. 128-143, 2017.
- CASCAROSA, E. et al. What do students think they should know about vertebrate fish? *Journal of Biological Education*, v. 54, n. 4, p. 431-440, 2020.
- CHANDRASHEKAR, G. et al. Collaborative deep learning model for tooth segmentation and identification using panoramic radiographs. *Computers in Biology and Medicine*, v. 140, set. 2022.
- CHU, M. et al. Interprofessional education in problem-based learning: A frontier form of PBL in medical education. *Journal of Education and Health Promotion*, dez. 2023.
- COOKE, J. E.; WEIR, L.; CLARKSTON, B. Retention following Two-Stage Collaborative Exams Depends on Timing and Student Performance. *CBE-Life Sciences Education*, v. 18, n. 2, jun. 2019.
- DAHLBERG, C. L. et al. Student Annotations of Published Data as a Collaboration between an Online Laboratory Course and the *C. elegans* Database, WormBase. *Journal of Microbiology & Biology Education*, v. 22, n. 1, abr. 2021.
- DAS, S. et al. Is learning outcome after team based learning influenced by gender and academic standing? *Biochemistry and Molecular Biology Education*, v. 47, n. 2, p. 156-161, fev. 2019.
- DILLENBOURG, P. What do you mean by "collaborative learning"? In: DILLENBOURG, P. (ed.). *Collaborative-learning: Cognitive and computational approaches*. Oxford: Elsevier, 1999. p. 1-19.
- DOHN, N. B.; DOHN, N. B. Integrating Facebook in Upper Secondary Biology Instruction: A Case Study of Students' Situational Interest and Participation in Learning Communication. *Research in Science Education*, v. 47, n. 6, p. 1305–1329, dez. 2017.
- DOUBLEDAY, A. F.; WILLE, S. J. We Are What We Do: Examining Learner-Generated Content in the Anatomy Laboratory Through the Lens of Activity Theory. *Anatomical Sciences Education*, v. 7, n. 6, p. 444-456, out. 2014.
- DUNBAR-WALLIS, A. et al. An Online CURE Taught at a Community College During the Pandemic Shows Mixed Results for Development of Research Self-Efficacy and In-class Relationships. *Journal of Science Education and Technology*, 25 out. 2023.

- ECHEVERRIA, A. et al. Learning Plant Biodiversity in Nature: The Use of the Citizen-Science Platform iNaturalist as a Collaborative Tool in Secondary Education. *Sustainability*, jan. 2021.
- FENG, Y. et al. Phenotypic Hit Discovery Oriented Workshop for Undergraduates: Integrating Cutting-Edge Knowledge and Discovery-Based Laboratory Experiences. *Journal of Chemical Education*, 6 jun. 2023.
- FILDES, K. et al. Leading the Way: Changing the Focus from Teaching to Learning in Large Subjects with Limited Budgets. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, v. 43, n. 3, p. 218-225, abr. 2015.
- FISCHER, F. et al. Collaboration scripts for computer-supported collaborative learning. In: HOPPE, H. U. et al. (org.). *Artificial intelligence in education: AI-ED in the wired and wireless future*. Amsterdam: IOS Press, 2002. p. 59–61.
- GARCIA, M. C. M.; SOARES, M. H. F. B. O ensino de biologia a partir da robótica educacional: colaboração e cooperação em discussões sobre o sistema nervoso humano. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10., 2015. Anais [...]. 2015.
- GARDNER, G. E. et al. Comparing Individual and Group-Negotiated Knowledge Structures in an Introductory Biology Course for Majors. *Journal of Biological Education*, 27 maio 2019.
- GRASSO, S. M. Use of a Social Question Answering Application in a Face-to-Face College Biology Class. *Journal of Research on Technology in Education*, 2017.
- HACISALIHOGU, G. et al. The use of an active learning approach in a SCALE-UP learning space improves academic performance in undergraduate General Biology. *PLOS ONE*, v. 13, n. 5, p. e0197916, 24 maio 2018.
- HASTUTI, A. A. M. B. et al. Implementing online team-based learning in an interuniversity setting: A case study of a traditional medicine course. *Pharmacy Education*, 2022.
- HEIM, A. B.; HOLT, E. A. From Bored Games to Board Games: Student-Driven Game Design in the Virtual Classroom. *Journal of Microbiology & Biology Education*, abr. 2021.
- HUGHES, D.; KEIM, S. A.; FONTES, J. D. Equivalent Performance of Exam Items Associated with Case-Based Learning, Flipped Classroom, and Lecture in a Pre-clerkship Medical Curriculum. *Medical Science Educator*, out. 2023.
- HUIJBREGTS, M. A. J. et al. Experiences with team-based learning in an introductory bachelor course on sustainability. *Journal of Integrative Environmental Sciences*, 31 dez. 2022.
- JARJOURA, C. et al. Using Team-Based Learning to Teach Grade 7 Biology: Student satisfaction and improved performance. *Journal of Biological Education*, 2 out. 2015.
- KHAN, A. A. et al. Perception of Synchronized Online Teaching Using Blackboard Collaborate among Undergraduate Dental Students in Saudi Arabia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, out. 2022.
- KNIGHT, J. D. et al. A Paired Set of Biochemistry Writing Assignments Combining Core Threshold Concepts, Information Literacy, and Real-World Applications. *Journal of Chemical Education*, v. 98, n. 12, p. 3758–3766, 2021.

- KOWALSKI, J. R. et al. Implementation of a Collaborative Series of Classroom-Based Undergraduate Research Experiences Spanning Chemical Biology, Biochemistry, and Neurobiology. *CBE—Life Sciences Education*, v. 15, n. 4, p. ar55, dez. 2016.
- KOZLOV, M. D. et al. Can Knowledge Awareness Tools Help Seek Learning Partners with Complementary Knowledge? *IEEE Transaction on Learning Technologies*, set. 2018.
- KRAMER, I. J. M.; KUSURKAR, R. A. Science-writing in the blogosphere as a tool to promote autonomous motivation in education. *Internet and Higher Education*, out. 2017.
- KUEHL, S. J. et al. Investigating the self-study phase of an inverted biochemistry classroom - collaborative dyadic learning makes the difference. *BMC Medical Education*, 28 fev. 2019.
- LEUPEN, S. M. et al. Factors Influencing Quality of Team Discussion: Discourse Analysis in an Undergraduate Team-Based Learning Biology Course. *CBE-Life Sciences Education*, 1 mar. 2020.
- LI, B. et al. Project-based learning in a collaborative group can enhance student skill and ability in the biochemical laboratory: a case study. *Journal of Biological Education*, 7 ago. 2020.
- LIU, S.-H.; LEE, G.-G. Using a concept map knowledge management system to enhance the learning of biology. *Computers & Education*, out. 2013.
- LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Questões sócio-ambientais no ensino de Ciências: contribuições e limites. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 1, p. 71–88, 2001.
- LUBANSKA, D. et al. E-learning and research experience exchange in the online setting of student peer mentor network during COVID-19 pandemic and beyond: A laboratory case study. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 9 out. 2023.
- LUI, M. et al. Facilitated model-based reasoning in immersive virtual reality: a qualitative analysis of collaborative decision-making processes in STEM learning. *Interactive Learning Environments*, 13 dez. 2022.
- MCQUEEN, H. A. et al. PeerWise Provides Significant Academic Benefits to Biological Science Students Across Diverse Learning Tasks, But with Minimal Instructor Intervention. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, v. 42, n. 5, p. 449–458, out. 2014.
- MEADERS, C. L.; VEGA, Y. Collaborative two-stage exams benefit students in a biology laboratory course. *Journal of Microbiology & Biology Education*, v. 24, n. 1, e00138-22, 2023.
- MEDINA, M. A. et al. Turning around Cycles: An Approach Based on Selected Problems/Cases to Stimulate Collaborative Learning about Krebs and His Four Metabolic Cycles. *Journal of Chemical Education*, v. 99, n. 5, p. 1234-1245, 25 maio 2022.
- MERATI, N. et al. Professional Attitudes in Health Professions' Education: The Effects of an Anatomy Near-Peer Learning Activity. *Anatomical Sciences Education*, v. 14, n. 1, p. 78-89, jan. 2021.
- MICHAELSEN, L. K.; KNIGHT, A. B.; FINK, L. D. (ed.). *Team-based learning: A transformative use of small groups in college teaching*. Taylor & Francis, 2023.
- MONTREZOR, L. H. Lectures and collaborative working improves the performance of medical students. *Advances in Physiology Education*, v. 45, n. 1, p. 52-57, jan. 2021.

- NGUYEN, H. Let's teach Kibot: Discovering discussion patterns between student groups and two conversational agent designs. *British Journal of Educational Technology*, v. 53, n. 6, p. 2885-2902, nov. 2022.
- NOVAK, R. T. et al. Verbalized Studying and Elaborative Interrogation in the Virtual Classroom: Students with Social Anxiety Prefer Working Alone, but Working with a Peer Does Not Hurt Their Learning. *Journal of Microbiology & Biology Education*, v. 23, n. 2, p. 367-375, abr. 2022.
- OLSCHEWSKI, P. et al. Group Work during Inquiry-Based Learning in Biology Teacher Education: A Praxeological Perspective on the Task of (Collaborative) Protocol Generation. *Education Sciences*, v. 13, n. 4, art. 376, abr. 2023.
- OSMAN, K.; KAUR, S. J. Evaluating Biology Achievement Scores in an ICT integrated PBL Environment. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, v. 10, n. 3, p. 191-198, jun. 2014.
- OTTENHOF, K. et al. Enhancing ecological hierarchical problem-solving with domain-specific question agendas. *International Journal of Science Education*, v. 44, n. 1, p. 137-160, nov. 2022.
- OTTO, J. L. et al. Preprint Peer Review Enhances Undergraduate Biology Students' Disciplinary Literacy and Sense of Belonging in STEM. *Journal of Microbiology & Biology Education*, v. 25, n. 2, p. 365-373, ago. 2023.
- PAGE, M. J. et al. A declaração PRISMA 2020: diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas. *Revista Panamericana de Salud Pública*, v. 46, p. 1, 30 dez. 2022.
- PETERSON, S. N. Using a modified version of Pictionary to help students review course material. *Journal of Microbiology & Biology Education*, v. 18, n. 3, 2017.
- PIETARINEN, T. et al. High school students' perceptions of affect and collaboration during virtual science inquiry learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, v. 35, n. 3, p. 492-504, jun. 2019.
- PREMO, J. et al. Discourse remixed: shifting science learning through talk. *Journal of Experimental Education*, v. 91, n. 3, p. 492-504, 3 abr. 2023.
- PREMO, J.; CAVAGNETTO, A.; DAVIS, W. B. Promoting Collaborative Classrooms: The Impacts of Interdependent Cooperative Learning on Undergraduate Interactions and Achievement. *CBE-Life Sciences Education*, v. 17, n. 2, p. ar29, 1 jun. 2018.
- REED, K. E.; RICHARDSON, J. M. Using microbial genome annotation as a foundation for collaborative student research. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, v. 41, n. 1, p. 36-41, fev. 2013.
- SCHLEISMAN, K. B. et al. Learning Neuroscience with Technology: a Scaffolded, Active Learning Approach. *Journal of Science Education and Technology*, dez. 2018.
- SCHWENDIMANN, B. A.; LINN, M. C. Comparing two forms of concept map critique activities to facilitate knowledge integration processes in evolution education. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 53, n. 1, p. 70-94, jan. 2016.
- SHEARER, A. E. H.; KNIEL, K. E. Foodborne Illness Outbreak Investigation for One Health Postsecondary Education. *Journal of Microbiology & Biology Education*, set. 2021.

SHIN, S. et al. Patterns of peer scaffolding in technology-enhanced inquiry classrooms: application of social network analysis. *Education Technology Research and Development*, v. 68, n. 8, out. 2020.

SIDDAWAY, A. P. et al. How to do a systematic review: A best practice guide for conducting and reporting narrative reviews, meta-analyses, and meta-syntheses. *Annual Review of Psychology*, v. 70, p. 747–770, 2019.

SILVA, V. F. et al. Ambientes virtuais de aprendizagem: refletindo sobre os saberes docentes e a formação de conceitos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10., 2015. Anais [...]. 2015. p. 24-27.

STAFFORD, T. et al. Students' engagement with a collaborative wiki tool predicts enhanced written exam performance. *Research in Learning Technology*, v. 22, 2014.

STOECKERT, A.; BOGNER, F. X. Cognitive Learning about Waste Management: How Relevance and Interest Influence Long-Term Knowledge. *Education Science*, abr. 2020.

SUGIHARTO, B. et al. The Pre-Service Biology Teacher Readiness in Blended Collaborative Problem Based Learning (BCPBL). *International Journal of Instruction*, v. 12, n. 4, p. 113-130, out. 2019.

SUSANTINI, E. et al. Improving learning process in genetics classroom by using metacognitive strategy. *Asia Pacific Education Review*, set. 2018.

WANG, C.; FANG, T.; GU, Y. Learning performance and behavioral patterns of online collaborative learning: Impact of cognitive load and affordances of different multimedia. *Computers & Education*, jan. 2020.

WEBB, M. et al. Haptic-enabled collaborative learning in virtual reality for schools. *Education and Information Technologies*, v. 27, n. 2, p. 1-24, jan. 2022.

WENG, J.; REN, S. Using group metacognitive scaffolds in biology education to improve the collaborative problem-solving skills of high school students. *Journal of Biological Education*, p. 1-17, 2025.

YOUNG, P. W. Student-Produced Video of Role-Plays on Topics in Cell Biology and Biochemistry: A Novel Undergraduate Group Work Exercise. *Frontiers in Education*, v. 5, p. 115, 21 jul. 2020.

YU, A. et al. Instructional Innovations in College-Level Molecular Bioscience Labs during the Pandemic-Induced Shift to Online Learning. *Education Science*, abr. 2022.

ZITHA, I.; MOKGANYA, G.; SINTHUMULE, O. Innovative Strategies for Fostering Student Engagement and Collaborative Learning among Extended Curriculum Programme Students. *Education Science*, dez. 2023.