



APRENDIZAGEM COLABORATIVA COMO FACILITADORA DA EDUCAÇÃO STEAM

Fabricio Soares, UERGS, *soares.fabricio12@gmail.com*, 0000-0002-3645-9820;
Adonis Fracaro, IFC, *adonisfracaro@gmail.com*, 0000-0003-0370-0507;
Miriam Nunes, UFRGS, *miriamnunes.jornal@gmail.com*, 0000-0003-1794-3462;
Thiago Cestari, IFFar, *thiago.cestari@iffarroupilha.edu.br*, 0000-0003-4492-5649;
Patrícia da Silva, UFRGS, *patriciasilvaufrgs@gmail.com*, 0000-0001-9408-0387;
Liane Tarouco, UFRGS, *liane@penta.ufrgs.br*, 0000-0002-5669-588X.

Resumo: Este trabalho apresenta um mapeamento sistemático da literatura (MLS) sobre aprendizagem colaborativa mediada por computador (CSCL) em Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics (STEAM) na Educação Básica, com o objetivo principal de compreender como a CSCL é utilizada para promover o ensino de STEAM nesta etapa de ensino. Foram coletados 1258 artigos publicados em português e inglês em quatro bibliotecas digitais, dos quais 16 foram selecionados para análise completa com o auxílio da plataforma Parsifal, seguindo os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos. Os resultados destacam a diversidade de ferramentas digitais e metodologias utilizadas para a aprendizagem colaborativa de STEAM, bem como a prevalência de pesquisas e experiências com alunos dos níveis finais da educação básica, principalmente nas disciplinas de matemática, ciências e computação, em detrimento da área de artes.

Palavras-chave: STEAM; CSCL; Educação Básica.

Collaborative Learning as a Facilitator of STEAM Education.

Abstract: This work presents a systematic mapping of the literature (SML) on Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL) in Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics (STEAM) in Basic Education (K-12), with the main objective of understanding how CSCL is used to promote STEAM teaching in basic education. A total of 1258 articles published in Portuguese and English in four digital libraries were collected, of which 16 were selected for complete analysis with the help of the Parsifal platform, following established inclusion and exclusion criteria. The results highlight the diversity of digital tools and methodologies used for STEAM collaborative learning, as well as the prevalence of research and experiences with students from the final levels of basic education, mainly in the disciplines of mathematics, sciences, and computing, to the detriment of the arts area.

Keywords: STEAM; CSCL; K-12.

1. INTRODUÇÃO

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) aponta para o ensino de técnicas e métodos que incentivem a aprendizagem ativa e colaborativa entre os alunos (Brasil, 2018). Nesse contexto, a integração das áreas de Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM) emerge como um campo promissor para o desenvolvimento de habilidades e competências essenciais para o século XXI (Bertrand e Namukasa, 2020). A adoção de metodologias que enfatizem a interdisciplinaridade e a colaboração é vista como fundamental para a preparação dos estudantes para os desafios futuros.

Neste cenário, a abordagem de aprendizagem colaborativa pode ser compreendida como ativa, uma vez que, segundo Palangana (2015, p. 139) os autores “Piaget e Vygotsky compartilham a noção da importância do organismo ativo na construção do conhecimento. Ao explicitar suas posições teóricas, ambos adotaram uma conduta reconhecidamente



interacionista”. Percebe-se, portanto, que a abordagem interacionista (construtivista e socioconstrutivista) pode proporcionar o protagonismo do estudante.

A teoria colaborativista avança em relação ao construtivismo no momento em que é fundamentada na “prática educacional e se concentra em alunos de todas as idades como participantes das comunidades de conhecimento online do século XXI, seja em ambientes educacionais formais, não formais ou informais” (Harasim, 2017, p.15). Assim, a teoria constitui um referencial teórico que tem o objetivo de orientar a aprendizagem na Era do Conhecimento, tendo como aspecto principal o discurso do grupo; onde este discurso possui três fases: geração de ideias, organização de ideias e convergência intelectual, buscando apoiar e promover situações de aprendizagem de novos conhecimentos (Harasim, 2017).

Considerando a relevância da aprendizagem ativa e interacionista destacada por teóricos como Piaget e Vygotsky, e a diretriz da BNCC para o ensino integrado STEAM, emerge a necessidade de explorar metodologias contemporâneas que potencializam essa abordagem educacional. A aprendizagem colaborativa mediada por computador (CSCL) representa uma dessas metodologias inovadoras, alinhando-se perfeitamente com os princípios de interação e construção coletiva do conhecimento. Segundo Ishikawa *et al.* (2018) é essencial identificar as informações compartilhadas e o impacto dos instrumentos de aprendizagem utilizados no contexto da aprendizagem colaborativa. A investigação sobre o uso do CSCL no âmbito da Educação Básica torna-se crucial para compreender como essas ferramentas digitais podem ser efetivamente utilizadas para promover uma educação interdisciplinar e colaborativa em STEAM. É dentro deste quadro teórico e prático que se insere o propósito deste trabalho.

O objetivo principal deste artigo é compreender como a aprendizagem colaborativa mediada por computador (CSCL) é utilizada para promover o ensino de STEAM na Educação Básica. Para alcançar uma compreensão abrangente, um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) foi realizado. Este mapeamento visa identificar e analisar detalhadamente as principais ferramentas digitais utilizadas no âmbito do CSCL, explorando as teorias pedagógicas que as fundamentam. Além disso, os níveis específicos da Educação Básica onde o CSCL é mais efetivamente incorporado e quais componentes curriculares têm se beneficiado mais dessa abordagem são discernidos. Através desta análise, o artigo compreende o panorama sobre a forma que o CSCL é utilizado o ensino de STEAM.

O trabalho está organizado em cinco seções que visam facilitar a compreensão do leitor sobre a aplicação e o impacto da aprendizagem colaborativa mediada por computador (CSCL) na Educação Básica, sob a perspectiva STEAM. Após a introdução, a Metodologia descreve o processo de Mapeamento Sistemático da Literatura e os critérios de seleção dos artigos. A seção 3, “O Ensino de STEAM na Educação Básica e a Aprendizagem Colaborativa mediada por Computador (CSCL)”, apresenta os principais achados da análise dos artigos, destacando as ferramentas digitais e teorias de CSCL aplicadas ao ensino de STEAM. Na seção 4, os resultados da seção anterior são discutidos. As Considerações Finais refletem sobre as implicações dos resultados para práticas pedagógicas e políticas educacionais, além de sugerirem direções para futuras pesquisas. As referências fornecem as fontes citadas no trabalho, permitindo uma exploração mais aprofundada do tema.

2. METODOLOGIA

Para documentar e monitorar conjuntamente o desenvolvimento do mapeamento sistemático, empregou-se a plataforma Parsifal (parsif.al), conforme recomendado por

(Klock, 2018). Essa ferramenta online foi especificamente concebida para conduzir revisões sistemáticas na literatura da engenharia de software (Ferreira *et al.*, 2020), simplificando e organizando os aspectos metodológicos da pesquisa.

O emprego desta plataforma envolveu a execução das seguintes fases: 1. Estabelecimento das questões de pesquisa; 2. Desenvolvimento e implementação do texto de busca; 3. Inclusão e catalogação dos artigos; 4. Análise dos títulos e resumos para aplicação dos Critérios de Inclusão (CI) e Critérios de Exclusão (CE); 5. Criação e avaliação das perguntas de qualidade; e 6. Extração dos dados de leitura. A Figura 1 apresenta o fluxograma do processo metodológico adotado na presente pesquisa.

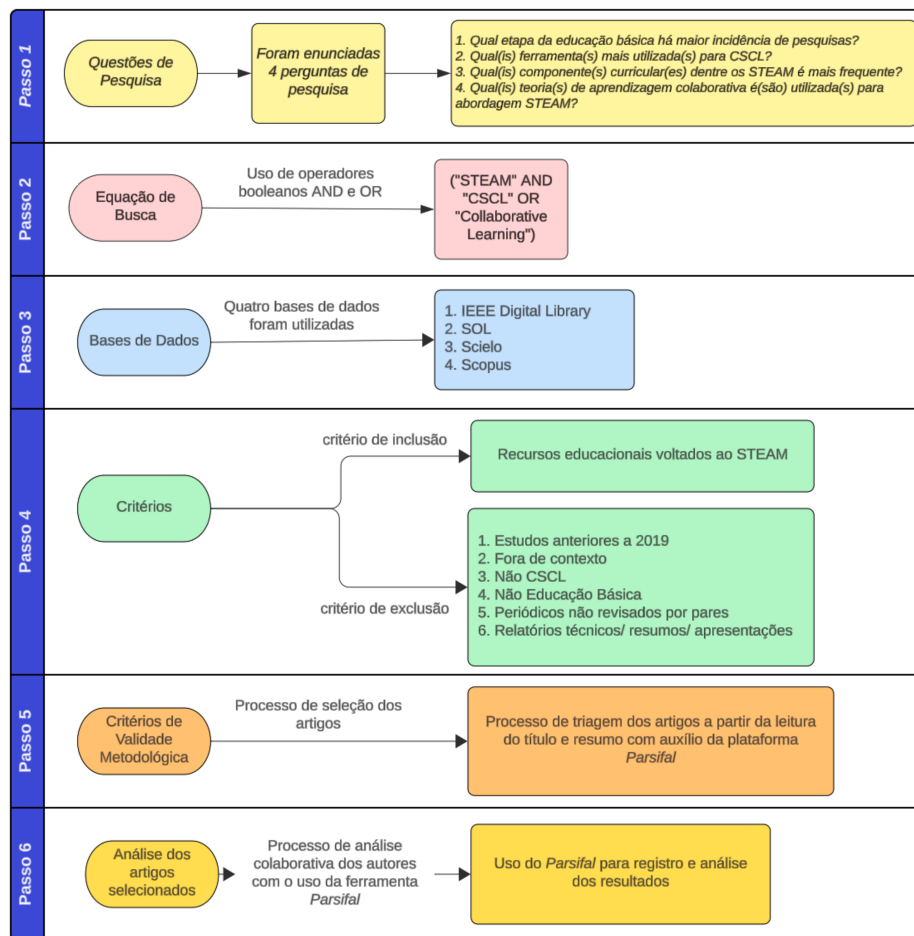


Figura 1. Fluxograma do Mapeamento Sistemático da Literatura - MSL

As seguintes bibliotecas digitais foram utilizadas: IEEE, SOL, Scielo e Scopus. A indagação central do estudo é compreender como a aprendizagem colaborativa mediada por computador (CSCL) é utilizada para promover o ensino de STEAM na Educação Básica. Para atingir o objetivo da pesquisa, realizando a leitura dos artigos selecionados, foram definidas quatro questões para a análise qualitativa no Parsifal, a saber: 1. Qual etapa da Educação Básica há maior incidência de pesquisas? 2. Qual(is) ferramenta(s) mais utilizada(s) para CSCL? 3. Qual(is) componente(s) curricular(es) dentro os STEAM é mais frequente? 4. Qual(is) teoria(s) de aprendizagem colaborativa é(são) utilizada(s) para abordagem STEAM?

A busca nas bibliotecas digitais escolhidas considerou-se a seguinte *string* de busca: ("STEAM" AND "CSCL" OR "Collaborative Learning"). No passo 3, foram realizadas as buscas em cada uma das bases; foi restringida a busca apenas aos idiomas

inglês e português. No passo 5, temos o processo de triagem dos artigos a partir da leitura do título e resumo, aplicando os critérios de inclusão e exclusão. Todo o processo foi realizado de forma colaborativa pelos autores com auxílio da plataforma Parsifal. No último passo, foi realizada a análise dos 16 artigos selecionados com os registros das respostas às perguntas definidas no passo 1, e extração das informações dos artigos.

3. O ENSINO DE STEAM NA EDUCAÇÃO BÁSICA E CSCL

Considerando a finalidade deste estudo, de realizar uma análise de pesquisas sobre como a CSCL é utilizada para promover o ensino de STEAM na Educação Básica, esta seção apresenta os artigos selecionados na MSL, conforme foi descrito na seção 2.

Na base de dados do IEEE Digital Library, após a leitura do título e resumo, foram selecionados 16 artigos (passo 5 do MSL). Na sequência, foi realizada a leitura completa desses artigos (passo 6 do MSL) e, aplicando os critérios de exclusão e inclusão, restaram apenas 05 artigos que abordam a CSCL no processo de ensino e aprendizagem de STEAM na Educação Básica. A maioria dos artigos foram excluídos porque, apesar de abordarem a temática central da pesquisa, estavam centrados no ensino superior e não na Educação Básica, como desejado no presente estudo.

Já na base de dados SciELO, após a busca inicial utilizando a string descrita na metodologia, foram encontrados 129 artigos. No entanto, após a aplicação de critérios de inclusão e exclusão, apenas três artigos foram selecionados para a leitura completa. A discrepância entre a busca inicial e os artigos selecionados pode ter ocorrido devido à interpretação do termo “STEAM” como uma palavra da língua inglesa, uma vez que a maioria dos artigos filtrados exploram conceitos relacionados à vapor.

Por sua vez, na base de pesquisa Scopus, foram detectados 43 artigos abordando o tema. Após leitura do título e resumo, foram selecionados 15 para leitura completa. Destes, 07 foram desconsiderados após análise do texto pelo fato de não estarem no escopo da pesquisa. A análise dos dados em relação às questões de pesquisa, inicialmente delineadas no início do mapeamento sistemático da literatura, foi conduzida após a seleção final de 08 artigos da Scopus.

A análise dos dados em relação às questões de pesquisa, inicialmente delineadas no início do mapeamento sistemático da literatura, foi conduzida após a seleção final de 16 artigos das quatro bases pesquisadas. A discussão acerca dos resultados encontrados será apresentada a seguir.

No Estado do Amazonas, Brasil, o Projeto STEAM Academy, desenvolvido pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA), tem se destacado ao introduzir o ensino STEAM para alunos do ensino médio em escolas públicas. O projeto visa despertar o interesse dos estudantes em ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática. Segundo Rodrigues *et al.* (2023), o programa utiliza laboratórios móveis com abordagem da cultura maker, equipados com recursos tecnológicos como smart TVs, laptops, smartphones, impressoras 3D e cortadores a laser. Os participantes são instruídos em conceitos de microeletrônica, robótica, programação e Indústria 4.0.

Na Argentina, um estudo realizado por Rizzo *et al.* (2019), através de um concurso, permitiu a alunos do ensino médio matematizar uma imagem de diferentes maneiras. Para isso usaram o software GeoGebra que permite construções geométricas sobre imagens, extrair informações matemáticas de uma imagem, tais como medições, proporções, e outras características quantitativas e resolver problemas matemáticos com base na imagem inserida.

Três artigos abordaram a falta de equidade de gênero na área STEAM no âmbito escolar. O primeiro é o estudo de Aurava *et al.* (2021) feito em escolas de Helsinque,

capital da Finlândia, sobre a criação de jogos. Observou-se que a cultura associada aos jogos e sua criação apresentam preconceito de gêneros na divisão de tarefas. Contudo, os autores salientam a importância de estimular o interesse e a aprendizagem nas áreas STEAM entre grupos sub-representados, como mulheres e minorias, que enfrentam essa sub-representação tanto na indústria de jogos quanto nas carreiras. A inclinação para a resolução de problemas, criatividade e design também foi identificada como um fator determinante para despertar o interesse das meninas nas disciplinas STEAM.

Já Ramey e Stevens (2019) abordaram como na comunidade CSCL, na computação e produção computacional, as preocupações relacionadas à equidade permanecem sendo subpesquisadas. O estudo analisou o suporte proporcionado pelo FUSE Studios - um conjunto de ambientes de aprendizagem STEAM na escola, que se baseia em escolhas em torno de desafios de produção digital e tangível - para promover o acesso e a participação equitativa na produção e computação.

Para Baizán *et al.* (2021) a presença feminina nas áreas de STEAM ainda é insuficiente, destacando a necessidade urgente de fomentar a diversidade e a inclusão. Para abordar essa questão, propõem a promoção de atividades e tecnologias que incentivem a participação de mulheres e grupos sub-representados. O grupo de pesquisadores realizou um estudo que englobou uma sequência de workshops e atividades, evidenciando como a incorporação da tecnologia pode gerar ambientes educativos favoráveis à promoção da diversidade e inclusão. Dentre as iniciativas, foram realizados workshops durante a conferência EDUCON, abordando temas como pedagogia STEAM e a educação robótica, também foram utilizadas plataformas versáteis como Scratch, Crumble e Arduino. Os resultados indicaram que a criação de ambientes de aprendizagem mais inclusivos e diversos contribui significativamente para aumentar a participação de mulheres e outros grupos historicamente menos representados.

Dois estudos de caso realizados por Togou *et al.* (2020) em uma escola primária na Dublin, Irlanda e em outra escola secundária em Madrid, Espanha, envolveram 39 alunos do sexto e sétimo ano com idades entre 10 e 13 anos. A atividade consistia em eles projetarem objetos 3D para serem impressos. Os resultados mostraram que depois de usar o software baseado no Fab Lab, os alunos sentiram-se mais interessados nas aulas de ciências e bem mais engajados e menos entediados. Já outros alunos tiveram dificuldades no início ao manipular as ferramentas do Fab Lab, mas eles se adaptaram rapidamente e relataram que gostariam de usar o Fab Labs como parte de suas aulas de ciências.

Vicente *et al.* (2020) mostraram por meio do projeto STEAM intitulado “Cidade Sustentável” como a robótica educacional pode estreitar a relação dos estudantes do ensino fundamental com as questões relacionadas às mudanças climáticas. O estudo envolveu a participação de 30 alunos, com idades entre 10 e 11 anos, pertencentes ao 5.º ano. A proposta do projeto era desenvolver um modelo para uma cidade do futuro que fosse inclusiva, resiliente e sustentável. Este modelo foi projetado para se ajustar a mudanças sociais e ambientais resultantes das alterações climáticas, empregando eficientemente os recursos disponíveis e minimizando seu impacto ambiental.

Um estudo promovido por Li *et al.* (2022) teve por objetivo propor uma alternativa para a escassez de professores qualificados para lecionar disciplinas STEAM nas instituições educacionais chinesas. Por meio da pesquisa, eles apresentaram uma proposta para o ensino STEAM, respaldada por métodos de ensino cooperativo e teorias de aprendizagem baseada em projetos. O trabalho envolveu alunos de 11 a 13 anos, com acesso a tablets. O professor de ciências introduziu o tema da miopia com enigmas, vídeos e imagens para permitir que os alunos compreendessem o impacto da miopia. Após a apresentação, o educador apresentou um estudo de caso para os alunos debaterem.



Depois, os estudantes foram orientados a elaborarem um questionário sobre o estado da miopia. Nas aulas seguintes, o professor de artes relembrou o conteúdo com os alunos e os orientou a criar um cartaz sobre o assunto. O estudo concluiu que o ensino cooperativo pode ser usado para facilitar a educação STEAM no contexto da escola primária.

No trabalho de Wang *et al.* (2020) é apresentada a análise comparativa do desenvolvimento de três turmas que receberam materiais diferentes (versão interativa, em vídeo e em texto). O objetivo foi verificar como a dinâmica da aprendizagem colaborativa é influenciada pelo tipo de mídia utilizada. As turmas eram de alunos dos anos finais do ensino fundamental e a atividade era da área de ciências. Os resultados mostraram que o uso da versão interativa produz um ambiente de aprendizagem onde a comunicação flui de forma mais harmoniosa.

Al-Rajhi e Basher (2019) apresentam um estudo que compara a aprendizagem colaborativa de programação por crianças utilizando computadores pessoais e mesas multitoque. Entre os principais resultados obtidos, está o fato de que a mesa multitoque aumentou o padrão de colaboração das crianças no processo de aprendizagem de programação. Já os autores Kotama *et al.* (2019), propõem um plugin de aprendizagem baseado em jogos multijogador dentro do Moodle, tendo como objetivo ampliar a aprendizagem colaborativa baseada em jogos.

Outro estudo conduzido por Kyritsis *et al.* (2019) traz informações sobre a intranet educativa da Grécia - Rede Escolar Grega (GSN) - disponibilizada pelo Ministério da Educação local. Além de apresentar as principais ferramentas dos serviços, também analisa os resultados da construção colaborativa de um projeto de robótica educacional de iluminação pública controlado pela placa Raspberry Pi.

Mukasheva *et al.* (2023) apresenta uma pesquisa sobre o uso de dois tipos de headsets de realidade virtual (RV ou VR sigla em inglês), buscando analisar como contribuem para uma aprendizagem colaborativa nos ambientes de realidade virtual e aumentada. Como resultado principal, os autores confirmam que a aprendizagem colaborativa em realidade virtual tem um grande potencial, tanto em termos de apoiar a criação de conhecimento partilhado, como de contribuir para qualificar a aprendizagem.

O trabalho de Maciano *et al.* (2024) analisa a evolução da abordagem STEAM e sua relação com a reforma do Ensino Médio, com o objetivo de investigar a contribuição dessa abordagem no processo de ensino e aprendizagem de estudantes da Educação Básica, especialmente do Ensino Médio. A pesquisa, de cunho exploratório com delineamento bibliográfico e documental, utilizou as categorias Protagonismo e Projeto de Vida para analisar o Documento de Referência Curricular do estado de Mato Grosso - etapa Ensino Médio. Destaca-se a importância do diálogo entre o STEAM e a nova estrutura do Ensino Médio, visando a ressignificação das práticas pedagógicas e a elaboração de políticas educacionais que promovam uma nova linguagem para a educação da juventude. O estudo também aborda a preparação dos jovens para o mundo do trabalho, considerando a imersão no mundo digital e a necessidade de repensar as práticas pedagógicas para atender às demandas atuais.

A revisão sistemática da literatura de Prado e Arias-Gago (2021) apresenta um panorama sobre a relação da matemática com as disciplinas STEAM no contexto da educação de estudantes com deficiência visual. Foram analisados 37 artigos publicados entre 1998 e 2020, destacando a importância do desenvolvimento matemático, a necessidade de cooperação entre família e escola, a integração das disciplinas no modelo STEAM e a incorporação de inovações educacionais para favorecer a inclusão dos estudantes com deficiência visual.

Já Menezes e Piccolo (2023) abordaram a história da informática na educação



no Brasil e no Reino Unido, destacando suas fases e contribuições, além de propor uma abordagem para o ensino de computação que considera o computador como um artefato tecnológico. A pesquisa enfatizou a importância do design e das demandas do contexto de uso, relacionado à computação com diversas áreas do conhecimento. Foram apresentadas sugestões para professores e exemplos de projetos simples que visam integrar a computação com disciplinas como Ciências, Matemática, Artes, História, Geografia e Educação Física.

3.1. Qual etapa da educação básica há maior incidência de pesquisas?

É preciso salientar que devido a maioria dos estudos serem internacionais, muitas vezes as etapas escolares não coincidem com as do Brasil. Nos artigos extraídos da base Scopus, foram identificados dois projetos STEAM voltados ao Ensino Médio. Um voltado para o ensino fundamental e médio. Uma pesquisa que abrange o sexto e o sétimo ano, uma pesquisa voltada somente para a sétima série, um estudo abrangendo a sexta série e duas pesquisas envolvendo a quinta etapa. Já dois estudos não informaram a série de ensino em que aplicaram a pesquisa, embora tenham sido feitos na Educação Básica. As demais eram revisões sistemáticas de literatura.

Wang *et al.* (2020) desenvolveram sua pesquisa com alunos da oitava série, equivalente aos anos finais do ensino fundamental. Já os autores Al-Rajhi e Bashari (2019) trabalharam com alunos dos anos iniciais do ensino fundamental, buscando o aprendizado de programação por crianças. Por sua vez, as ferramentas apresentadas por Kyritsis *et al.* (2019) estão disponíveis para os alunos gregos de toda a educação básica. Mukasheva *et al.* (2023) apresenta ferramentas e metodologias para a aprendizagem colaborativa em realidade virtual aumentada para alunos do ensino médio, assim como os autores Maciano *et al.* (2024).

Desta forma, predominam as pesquisas que tem como sujeitos os alunos e professores dos Anos Finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio.

3.2. Qual(is) ferramenta(s) mais utilizada(s) para CSCL?

No projeto Game jams in general formal education, Aurava *et al.* (2021) cita a criação de jogos por meio de ferramentas disponíveis online sem necessidade de download, tais como Twine, Construct e Bitsy. Já Rodrigues *et al.* (2023) salienta que durante o curso, os participantes aprendem conceitos de microeletrônica, robótica, programação e Indústria 4.0. Eles usam estes recursos para construir monitores e protótipos que simulam uma linha de montagem semi autônoma. Utilizam o software Tinkercad para imprimir peças em impressoras 3D.

A interseção entre Fotografia e Matemática por meio da aplicação da tecnologia, utilizando o software GeoGebra foi analisada por Rizzo *et al.* (2019). A estratégia adotada envolveu a realização de um concurso, no qual os alunos do ensino médio deveriam “capturar” um conceito matemático por meio de uma imagem. Eles foram então incumbidos de criar um lema, formular um problema associado ao conceito capturado, inserir a imagem no software GeoGebra e, por fim, analisá-la utilizando as ferramentas disponíveis no GeoGebra para resolver o problema proposto. O software pode ser utilizado para matematizar uma imagem de várias maneiras, permitindo aos usuários explorar conceitos matemáticos de forma visual e interativa, estabelecendo conexões. Por ser uma interface amigável e versátil, o software se torna acessível a alunos e professores, independentemente de seu nível de habilidade tecnológica.

No estudo realizado por Baizán *et al.* (2021) foram usadas as ferramentas Scratch, Crumble e Arduino para desenvolver um robô. Já na pesquisa de Togou *et al.* (2020) os



estudantes utilizaram Fab Lab.

Vicente *et al.* (2020) no projeto “Cidade Sustentável” utilizaram o Bitbloq, um software para programação. Na pesquisa conduzida por Li *et al.* (2022) foram usados tablets para análise de dados e gerar estatísticas. Na aula de artes foram usados adesivos, canetas, molduras e outras decorações para criar cartazes.

Já os autores Al-Rajhi e Basher (2019) utilizaram o software Collaboration Programming Game - (MT Programming Game), ensinando programação de forma colaborativa a partir de jogos. Kotama *et al.* (2019) desenvolveram um plugin para jogos para o Moodle, junto com o plugin foi projetado um sistema multijogador usando o protocolo WebSocket, com o objetivo de potencializar a aprendizagem colaborativa.

No artigo de Kyritsis *et al.* (2019) são apresentadas as principais ferramentas das plataformas “Comunidades Educacionais & Blogs”, ou simplesmente “Comunidades Escolares” (<https://blogs.sch.gr>) e a “School Press” (<https://schoolpress.sch.gr>), disponibilizadas para os professores e alunos da Grécia.

Na pesquisa de Mukasheva *et al.* (2023) são usados dois tipos de headsets de realidade virtual aumentada com os respectivos softwares: Class VR (<https://www.classvr.com/>) e Oculus Quest 2 (plataforma Spatial: <https://www.spatial.io/>). O headset Class VR consiste em 8 capacetes HMD independentes, que também podem ser controlados pelo portal Class VR. A função “Aulas em grupo gerenciadas” disponível no portal Class VR permite que alunos e professores se conectem e usem qualquer uma das cenas exploradas no portal Class VR como um grupo, independentemente da localização.

Portanto, a análise dos artigos demonstrou uma diversidade grande de ferramentas que estão sendo utilizadas para o ensino de STEAM na Educação Básica.

3.3. Qual(is) componente(s) curricular(es) dentre os STEAM é mais frequente?

Para Aurava *et al.* (2021), os eventos de criação de jogos, conhecidos como game jams, proporcionam chances para a ampliação das aptidões no desenvolvimento de jogos, abrangendo habilidades STEAM, bem como fomentando o crescimento de competências interpessoais e intrapessoais. Durante a experiência de criação de jogos, embora todos os participantes tenham demonstrado interesse em participar, na fase de distribuição de tarefas, as meninas optaram por desempenhar funções de ilustradoras e criadoras de histórias, enquanto os meninos iniciaram a programação. Além disso, o interesse pela resolução de problemas, criatividade e design também foi considerado um fator preditivo para o interesse das meninas nesta áreas.

Rizzo *et al.* (2019) utilizaram a matemática e a fotografia no contexto da Educação STEAM. Com a ajuda do software GeoGebra os alunos realizaram cálculos que estavam além de suas capacidades. Baizán *et al.* (2021) por meio da robótica trabalharam disciplinas STEAM. Já Togou *et al.* (2020) os estudos foram realizados durante as aulas de ciências e envolveram as áreas de geometria, física e matemática e trabalho em equipe através da fabricação de uma prótese de mão 3D.

Vicente *et al.* (2020) utilizaram a robótica educacional por meio de uma abordagem interdisciplinar, cada disciplina contribuiu com suas características específicas para a aprendizagem STEAM: a Ciência com o método científico, a Tecnologia ofereceu sua natureza transversal e habilidade de se adaptar às demandas sociais, a Engenharia concentrou-se no desenvolvimento de sistemas, componentes e processos, a Arte contribuiu com seu caráter criativo e integrador, enquanto a Matemática forneceu uma linguagem comum que permeia as demais disciplinas.

Já no artigo de Mukasheva *et al.* (2023) foi apresentado um ambiente de realidade



virtual aumentado para a discussão de assuntos ligados ao meio-ambiente e a realização de experimentos químicos.

Por fim, no artigo de Menezes e Piccolo (2023) são apresentados três projetos que envolvem informática na educação, executados no Brasil e no Reino Unido e que podem ser utilizados como ponto de partida para o desenvolvimento de ações. Estes visam integrar a computação com disciplinas como Ciências, Matemática, Artes, História, Geografia e Educação Física.

Contudo, ao carácter inter e multidisciplinar do ensino de STEAM, a maioria dos estudos analisados apresentam pesquisas que envolvem os componentes curriculares da Matemática, Ciências e Computação.

3.4. Qual(is) teoria(s) de aprendizagem colaborativa é(são) utilizada(s) para abordagem STEAM?

Aurava *et al.* (2021) realizaram um estudo com jovens de 16 a 19 anos na Finlândia utilizando a cultura maker, o desenvolvimento de jogos, aprendizagem colaborativa ou cooperativa e a baseada em projetos, problemas ou cocriação.

De acordo com Rodrigues *et al.* (2023), a cultura maker possui a capacidade de fomentar a aprendizagem colaborativa tanto em ambientes formais quanto informais de educação. Ela cria oportunidades práticas nas quais os alunos desempenham um papel central na construção do seu próprio conhecimento, enquanto o professor atua como mediador desse processo, seja ele relacionado a tecnologias ou práticas manuais.

No projeto STEAM Academy do Amazonas no Brasil, Rodrigues *et al.* (2023) observou a utilização de cultura maker e aprendizagem colaborativa. No concurso envolvendo matemática e fotografia de Rizzo *et al.* (2019), os autores citam a abordagem de aprendizagem inclusiva e colaborativa para fazer alunos se envolverem.

Ramey e Stevens (2019) citam que foram usadas na pesquisa a participação equitativa no desenvolvimento de interesses e na aprendizagem que foi ativa, incorporada e alargada. Já Baizán *et al.* (2021) informaram que no estudo incluíram robótica educacional e STEAM; e desenvolvimento de ambientes de aprendizagem e soluções tecnológicas orientados para a aprendizagem colaborativa e inclusiva. A aprendizagem baseada no Fab Lab, ou seja, aprendizagem ativa, está presente no trabalho de Togou *et al.* (2020). Todavia, No projeto “Cidade Sustentável” de Vicente *et al.* (2020), foram usadas metodologias ativas tais como Aprendizagem Baseada em Projetos, Aprendizagem Baseada em Problemas, Aprendizagem Colaborativa e Sala de Aula Invertida.

Na pesquisa de Li *et al.* (2022) a abordagem STEAM é feita por meio de Aprendizagem Baseada em Projeto, Aprendizagem Colaborativa, Ensino Cooperativo e Andaimos. Os autores Wang *et al.* (2020) utilizaram na sua pesquisa um sistema de codificação, baseado no método da análise de redes epistêmicas (ENA) e na análise de comportamentos interativos, para mensurar o nível de colaboração entre os membros de cada um dos grupos e como o tipo de material fornecido a cada turma pode influenciar a aprendizagem colaborativa.

Al-Rajhi e Bashari (2019) analisaram cinco estilos de colaboração das crianças no uso da mesa multitoque e dos computadores pessoais, a saber: i) Participação nas Discussões; ii) Engajamento; iii) Trabalho Compartilhado; iv) Trabalho Individual; v) Dispersão durante a atividade. Também, analisaram a quantidade de interações verbais durante as atividades.

A partir da leitura dos artigos selecionados é possível observar que os autores buscaram utilizar metodologias ativas, visando compreender a colaboração entre os alunos no processo de ensino e aprendizagem.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, apresenta-se a análise dos 16 artigos que abordam pesquisas relacionadas à aprendizagem mediada por computador (CSCL) e como esta é utilizada para promover o ensino de STEAM na Educação Básica. Foi possível identificar, nos referidos estudos, uma diversidade de abordagens e resultados, de experiências de diversos países, ferramentas tecnológicas, elementos curriculares e teorias de aprendizagem colaborativa, e a importância do CSCL no contexto do ensino de STEAM, destacando sua aplicação bem-sucedida em ambientes educacionais diversos.

Dentre os aspectos mais relevantes destaca-se: i) a preocupação com a equidade de gênero no ensino de STEAM de alguns autores; ii) a abrangência geográfica dos artigos selecionados, dando um panorama de como o assunto é abordado em diferentes países, destacando similaridades e singularidades de cada região; iii) o fato da maioria dos trabalhos envolverem as disciplinas de matemática e ciências naturais (biologia, física e química), além da computação/programação e robótica, com menor presença de estudos envolvendo as áreas de artes/designer; iv) a predominância de pesquisa com alunos dos anos finais do ensino fundamental (faixa etária a partir dos 11 anos) e do ensino médio; v) apenas um artigo apresentou a temática da aprendizagem colaborativa utilizando a realidade virtual e/ou aumentada no ensino de STEAM na Educação Básica e vi) apenas um trabalho teve como preocupação central a inclusão de alunos com deficiência (no artigo analisado foi a inclusão de alunos com deficiência visual).

Já em relação às ferramentas tecnológicas utilizadas, houve uma grande diversidade de recursos utilizados, no entanto, pode-se destacar a quantidade de projetos que utilizam o arduino e diferentes plataformas de acesso online, como ferramentas mais frequentes nas pesquisas e experiências relatadas, demonstrando a importância da conectividade das escolas e o desenvolvimento de projetos envolvendo hardwares.

Quanto às teorias relacionadas ao CSCL, temos abordagens diversas, algumas um pouco incipientes e outras buscando aprofundar-se nas questões de como a colaboração ocorre dentro dos grupos, assim como, buscando entender como as ferramentas digitais podem potencializar a aprendizagem colaborativa no ensino de STEAM. Um ponto convergente é que todos os trabalhos buscavam destacar a importância da aprendizagem ativa, onde os alunos são protagonistas, visando construir atividades que proporcionam uma aprendizagem construtivista e/ou sócio-construtivista.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do MSL foi possível compreender como a CSCL é utilizada para promover o ensino de STEAM na Educação Básica, uma vez que, os estudos analisados evidenciam que a aprendizagem colaborativa mediada por computador (CSCL) é comumente empregada como uma estratégia eficaz para fomentar não apenas o aprendizado ativo, mas também a resolução de problemas, a criatividade e a inclusão em disciplinas STEAM. A variedade de ferramentas tecnológicas e abordagens metodológicas utilizadas destaca a capacidade adaptativa da CSCL, adequando-se às distintas necessidades e realidades educacionais. Ainda, foi verificada maior preocupação dos pesquisadores em promover a participação feminina nos projetos STEAM.

A aprendizagem colaborativa mediada por computador surge como uma abordagem promissora para impulsionar o ensino de STEAM na Educação Básica, visto que há necessidade de futuros trabalhos nessa etapa escolar. A CSCL pode criar um ambiente propício para o desenvolvimento de habilidades fundamentais para os desafios contemporâneos como trabalho em equipe, comunicação, pensamento crítico e resolução de problemas.



Referências

- Al-Rajhi, M.; Basher, M. Investigating children's learning of programming using multi-touch table. In: IEEE. **2019 2nd International Conference on Computer Applications & Information Security (ICCAIS)**. [S.l.], 2019. p. 1–6.
- Aurava, R.; Meriläinen, M.; Kankainen, V.; Stenros, J. Game jams in general formal education. **International Journal of Child-Computer Interaction**, Elsevier, v. 28, p. 100274, 2021.
- Baizán, P. *et al.* Activities and technologies to promote women presence in steam. **IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje**, IEEE, v. 16, n. 3, p. 241–247, 2021.
- Bertrand, M. G.; Namukasa, I. K. Steam education: student learning and transferable skills. **Journal of Research in Innovative Teaching & Learning**, Emerald Publishing Limited, v. 13, n. 1, p. 43–56, 2020.
- Brasil. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília - DF, 2018.
- Ferreira, A. L. de P.; Gonzales, G. R.; Dominguez, H. P. Mapeamento sistemático da literatura sobre a questão da autonomia do estudante, na óptica de otto peters, em softwares educacionais. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 18, n. 1, 2020.
- Harasim, L. **Learning theory and online technologies**. [S.l.]: Routledge, 2017.
- Ishikawa, E. C. M.; Matos, S. N.; Gueiber, E.; Junior, G. dos S. Contribuições de um objeto de aprendizagem colaborativa no contexto da cscl. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 16, n. 2, p. 61–70, 2018.
- Klock, A. C. T. Mapeamentos e revisões sistemáticos da literatura: um guia teórico e prático. **Cadernos de Informática**, v. 10, n. 1, p. 01–09, 2018.
- Kotama, I. N. D. *et al.* Proposed plugin for collaborative game-based learning. In: IEEE. **2019 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Education (TALE)**. [S.l.], 2019. p. 1–5.
- Kyritsis, K.; Stergatos, E.; Pegiazis, T. Cutting edge collaborative elearning services: The case of the greek school network. In: IEEE. **2019 10th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA)**. [S.l.], 2019. p. 1–2.
- Li, J. *et al.* Promoting steam education in primary school through cooperative teaching: A design-based research study. sustainability 2022, 14, 10333. **Rebuilding Education**, s Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published ..., p. 153, 2022.
- Maciano, G. D.; Lima, W. G. de; Maciel, C.; Casagrande, A. L. *et al.* Abordagem steam e ensino médio: Nova linguagem para a educação da juventude? SciELO Preprints, 2024.
- Menezes, S. V.; Piccolo, L. O ensino de computação para além dos muros da escola: Análise crítica dos caminhos no brasil e no reino unido. **Cadernos CEDES**, SciELO Brasil, v. 43, n. 120, p. 108–115, 2023.
- Mukasheva, M.; Kalkabayeva, Z.; Zhanasbayeva, A. Teachers' perspectives on the use of virtual reality in collaborative learning. In: IEEE. **2023 13th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)**. [S.l.], 2023. p. 670–674.
- Palangana, I. C. **Desenvolvimento e aprendizagem em Piaget e Vigotski: a relevância do social**. [S.l.]: Summus Editorial, 2015.
- Prado, J. E. L. d.; Arias-Gago, A. R. Revisão sistemática da educação matemática para estudantes cegos: a importância das steam nos currículos escolares. **Ciência & Educação (Bauru)**, SciELO Brasil, v. 27, p. e21018, 2021.



- Ramey, K. E.; Stevens, R. Girls as experts, helpers, organizers, and leaders: Designing for equitable access and participation in cscl environments. In: **Proceedings of the 13th Conference on Computer Supported Collaborative Learning, Lyon, France**. [S.l.: s.n.], 2019.
- Rizzo, K. A.; Río, L. S. del; Manceñido, M. E.; Lavicza, Z.; Houghton, T. Linking photography and mathematics with the use of technology. **Open Education Studies**, De Gruyter Open, v. 1, n. 1, p. 262–266, 2019.
- Rodrigues, J. G. C.; Silva, A. S. de M.; Junior, J. M. da S. Collaborative learning in steam teaching for students in the central amazon. In: ERIC. **INTERNATIONAL CONFERENCES ON E-SOCIETY 2023 AND MOBILE LEARNING 2023**. [S.l.], 2023. p. 493.
- Togou, M. A.; Lorenzo, C.; Cornetta, G.; Muntean, G.-M. Assessing the effectiveness of using fab lab-based learning in schools on k–12 students’ attitude toward steam. **IEEE Transactions on Education**, IEEE, v. 63, n. 1, p. 56–62, 2020.
- Vicente, F. R.; Llinares, A. Z.; Sánchez, N. M. “sustainable city”: A steam project using robotics to bring the city of the future to primary education students. **Sustainability**, MDPI, v. 12, n. 22, p. 9696, 2020.
- Wang, H.; Wang, C.; Wu, F. How multimedia influence group interaction in stem education an epistemic network analysis for online synchronous collaborative learning. In: IEEE. **2020 International symposium on educational technology (iset)**. [S.l.], 2020. p. 303–306.