



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
IFCE *CAMPUS* FORTALEZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA - PGECM

PAULA IRIANE SOUSA TEIXEIRA

A EDUCAÇÃO STEAM SOB A ÓTICA DOS LETRAMENTOS: PERSPECTIVAS DO
PROFESSOR DA EDUCAÇÃO BÁSICA

FORTALEZA

2024

PAULA IRIANE SOUSA TEIXEIRA

A EDUCAÇÃO STEAM SOB A ÓTICA DOS LETRAMENTOS: PERSPECTIVAS DO
PROFESSOR DA EDUCAÇÃO BÁSICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino em Ensino de Ciência e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus* Fortaleza, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Área de Concentração: Ensino de Matemática

Orientadora: Profa. Dra. Juscileide Braga de Castro

FORTALEZA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- T266 Teixeira, Paula Iriane Sousa.
 A Educação STEAM Sob a ótica dos letramentos: perspectivas do professor
 da Educação Básica / Paula Iriane Sousa Teixeira. - 2024.
 213 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Ensino de Ciências e
 Matemática, Campus Fortaleza, 2024.
 Orientação: Prof. Dr. Juscileide Braga de Castro.
1. STEAM. 2. Letramento Matemático. 3. Letramento Digital. 4. Letramento Científico. 5.
 Formação de Professores. I. Título.

CDD 510.07

PAULA IRIANE SOUSA TEIXEIRA

A EDUCAÇÃO STEAM SOB A ÓTICA DOS LETRAMENTOS: PERSPECTIVAS DO
PROFESSOR DA EDUCAÇÃO BÁSICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino em Ensino de Ciência e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus* Fortaleza, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Área de Concentração: Ensino de Matemática

Orientadora: Profa. Dra. Juscileide Braga de Castro

Aprovada em: 10/05/2024.

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. Juscileide Braga de Castro (Orientadora)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFCE)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. José Aires de Castro Filho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Daisyane Carneiro Barreto
University of North Carolina Wilmington (UNCW)

Prof. Dr. Dennys Leite Maia
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Dedico esta Dissertação à minha mãe Edênia, minha irmã Ana, amigos e professores, que sempre me deram suporte, incentivo e força em todos os momentos decisivos para minha formação acadêmica e prática pedagógica.

AGRADECIMENTOS

Foi uma longa caminhada até a chegada desse momento tão sonhado. Durante o percurso foram muitas mudanças, percalços e desafios que não teriam sido alcançados sem ajuda de muitos:

À Deus, que me deu forças e serenidade para me reerguer a cada manhã de dúvidas e incertezas;

À minha mãe Edênia e minha irmã Ana, que sempre acreditaram no meu potencial, me apoiaram, e me diziam que eu era capaz de enfrentar o mestrado. Minha mãe sempre com orações e enfrentando todas as batalhas para nos dar o melhor. Minha irmã é minha maior torcedora e incentivadora, trazendo-me confiança quando faltava, afirmando com frequência que eu era capaz. Vocês sempre compartilharam minhas vitórias, que também são de vocês, assim como as de vocês são minhas. Agradeço por todo o incentivo. Minha família é a minha fortaleza;

À minha orientadora, a Juscileide Braga de Castro, que me mostrou o caminho ao meu tema, visualizando com grande maestria a minha identificação com a temática, mostrou também o caminho da escrita acadêmica, na qual não tinha muito domínio, ajudando no meu desenvolvimento, as muitas contribuições no meu estudo, às organizações das ideias que muitas vezes nem eu me compreendia. Obrigada, professora, pelas muitas oportunidades que me foram ofertadas. Sou grata por encontrá-la na minha jornada acadêmica, admiro demais sua dedicação e empolgação contagiante em tudo que tange o ensino de Matemática e a pesquisa;

Aos integrantes do grupo de pesquisa sobre a abordagem STEAM: Carolina Moraes Ribeiro da Silva; Daisyane Carneiro Barreto; José Aires de Castro Filho; Juscileide Braga de Castro; Lídia Amélia de Barros Cardoso e Maria de Fátima Costa de Souza. Tenho grande admiração por este grupo que influenciou minha carreira e crescimento como pesquisadora. Vocês são uma grande inspiração para mim;

Desses, devo um agradecimento especial aos professores que aceitaram fazer parte das minhas bancas de qualificação e defesa: José Aires de Castro Filho, que me confiou um papel importante no processo de formação de professores e trouxe sempre brilhantes sugestões e contribuições para melhoria do meu trabalho acadêmico e profissional, um líder que inspira com extrema inteligência e grande generosidade. A professora Daisyane Carneiro Barreto, que mostrou melhorias não somente no meu trabalho acadêmico, mas durante todo o processo de imersão na abordagem STEAM. E para completar essa banca perfeita, agradeço ao

professor Dennys Leite Maia, com suas sugestões significantes e contribuições valiosas, mostrando um ponto de vista que trouxe inquietações positivas para a construção da melhoria desse estudo;

Além dos professores citados, meu muito obrigada à professora Fátima Costa de Souza por todo o suporte fornecido durante a pesquisa, especialmente na escola de Caucaia. Foram muitos os momentos que seu apoio foi muito importante;

Aos gestores, aos professores e aos preceptores das escolas participantes da pesquisa de mestrado, em especial, as professoras Wellizene Freire Silva e Liana Maria Da Silva Gadelha, que tiveram o papel de estreitar a relação entre a pesquisa e as escolas. Todos foram fundamentais para que o desenvolvimento deste trabalho tivesse êxito e apesar das muitas dificuldades do dia a dia escolar, com a ajuda ofertada, os percalços foram superados;

A minha amiga Milena, um anjo que Deus colocou no meu caminho, para ajudar nas dúvidas e como suporte nos momentos de dificuldade. Sempre me incentivou na escrita de artigos e na continuação da vida acadêmica, tornando a jornada mais leve e alegre;

Aos ensinamentos obtidos nos grupos de pesquisa PROATIVA e PROMIDIA, fundamentais para meu pertencimento ao local de pesquisadora;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PGECEM) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), todos os quais compartilharam momentos de conhecimento e instigação à minha formação acadêmica;

Ao Governo do Estado do Ceará, em especial, à Secretaria de Educação do Estado do Ceará (SEDUC), por ser financiador do meu afastamento para o Mestrado e à Fundação de apoio à Cultura, à Pesquisa e ao Desenvolvimento Institucional, Científico e Tecnológico (FUNDAÇÃO CETREDE) pela bolsa de pós-graduação, possibilitando a dedicação exclusiva ao desenvolvimento desta dissertação.

A todos vocês, pessoas queridas, o meu muito obrigada!

“Quando o homem compreende a sua realidade, pode levantar hipóteses sobre o desafio dessa realidade e procurar soluções. Assim, pode transformá-la e o seu trabalho pode criar um mundo próprio: seu eu e as suas circunstâncias”.

Paulo Freire

RESUMO

O mundo moderno exige novas competências para alunos e professores, essas devem ser estimuladas pela comunidade escolar. A carência de profissionais das áreas científicas e tecnológicas; e os baixos índices dos alunos no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) para Matemática e Ciências reforçam a necessidade de desenvolvimento de propostas nessas áreas. Oferecer uma Educação Integrada que promova habilidades e competências requer novos métodos de ensinar. Diante disso, com o propósito de colaborar na reflexão de professores para estimular discentes a serem inseridos em um mundo competitivo e tecnológico, surge como tendência global, a proposta da Educação STEAM, um acrônimo utilizado para representar uma abordagem educacional para a aprendizagem que integra Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática. Desse modo, o objetivo geral do estudo é investigar as concepções dos professores da Educação Básica, referente às contribuições e desafios de atividades STEAM durante um processo formativo, observados pela perspectiva dos letramentos relacionados às áreas de conhecimento dessa abordagem. Esta pesquisa caracteriza-se como uma abordagem qualitativa, na forma de Estudo de Caso. A formação foi realizada com quatorze professores das áreas das Linguagens, Ciências da Natureza e Matemática de duas escolas públicas nas cidades de Fortaleza e Caucaia. O processo formativo e o desenvolvimento das atividades aconteceram de forma presencial e uso de materiais digitais *on-line*, com carga horária de 2 horas-aula divididos em sete encontros. Os instrumentos de coleta de dados foram: questionários *on-line*, entrevistas, gravações, transcrições dos encontros formativos, apontamentos do diário de campo e análise das atividades práticas construídas durante a etapa da observação participante, que foram examinados pela análise de conteúdo. As atividades práticas tiveram inspirações na aprendizagem baseada em projetos e na cultura *maker*. A partir da formação, exploraram-se as percepções dos docentes acerca das integrações presentes no STEAM, além das habilidades e competências dos letramentos científico, digital e matemático, assim como os desafios presentes nessa abordagem. Os resultados dão indícios que as práticas STEAM, com a conexão entre as áreas de conhecimento, podem propiciar a interdisciplinaridade, apesar de termos outros níveis de integração presentes nessa abordagem como a multidisciplinaridade e termos como meta a interlocução transdisciplinar com aplicações dessas integrações em contextos reais e significativos. As relações entre as áreas STEAM e o contexto social foram reconhecidas pelos docentes e consideradas relevantes. Para as práticas dos letramentos, observou-se pela perspectiva docente, que o modelo experimental do STEAM estimula a

investigação, a pesquisa e com isso pode-se chegar ao reconhecimento de fenômenos científicos, estimulando o letramento científico. No campo tecnológico, verificou-se a importância de os educadores terem habilidades para a utilização de ferramentas digitais e analógicas na forma de materiais concretos, assim como estimular os estudantes para o uso de forma crítica no contexto escolar e social, práticas presentes no letramento digital. As atividades apresentadas trouxeram contribuições para a introdução às práticas do pensamento computacional como instrumento para o uso de ferramentas computacionais, assim como para o desenvolvimento de habilidades matemáticas como a resolução de problemas. Além disso, foram destacadas pelos educadores, habilidades e competências do letramento matemático, como a argumentação e o raciocínio, para resolver problemas das áreas da Ciência, Matemática, Tecnologia, Engenharia e Artes. Com isso, foram observados também desafios a serem superados para pôr em prática os projetos integrados, como a defasagem escolar e o contexto no qual o aluno está inserido, a falta da estrutura das escolas, de material, de apoio, entre outros.

Palavras-chave: STEAM. Letramento Matemático. Letramento Digital. Letramento Científico. Formação de Professores.

ABSTRACT

The modern world demands new skills for students and teachers, which must be encouraged by the school community. The lack of professionals in the scientific and technological areas and the low scores of students in the Program for International Student Assessment (PISA) for Mathematics and Sciences reinforce the need to develop proposals in these areas. Offering an Integrated Education that promotes skills and competencies requires new teaching methods. In view of this, with the purpose of collaborating in the reflection of teachers to encourage students to be inserted in a competitive and technological world, the proposal of STEAM Education emerges as a global trend, an acronym used to represent an educational approach to learning that integrates Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics. Therefore, the general objective of the study is to investigate the conceptions of Basic Education teachers regarding the contributions and challenges of STEAM activities during a formative process, observed from the perspective of the literacies related to the areas of knowledge of this approach. This research is characterized as a qualitative approach, in the form of a Case Study. The training was carried out with fourteen teachers from the areas of Languages, Natural Sciences and Mathematics from two public schools in the cities of Fortaleza and Caucaia. The training process and the development of the activities took place in person and using online digital materials, with a workload of 2 class hours divided into seven meetings. The data collection instruments were online questionnaires, interviews, recordings, transcripts of the training meetings, notes from the field diary and analysis of the practical activities constructed during the participant observation stage, which were examined by content analysis. The practical activities were inspired by project-based learning and maker culture. Based on the training, the teachers' perceptions about the integrations present in STEAM were explored, in addition to the skills and competencies of scientific, digital and mathematical literacy, as well as the challenges present in this approach. The results indicate that STEAM practices, with the connection between areas of knowledge, can foster interdisciplinarity, although there are other levels of integration present in this approach, such as multidisciplinary, and we have as a goal the transdisciplinary dialogue with applications of these integrations in real and significant contexts. The relationships between STEAM areas and the social context were recognized by teachers and considered relevant. For literacy practices, it was observed from the teaching perspective that the experimental STEAM model stimulates investigation and research, and with this, it is possible to reach the recognition of scientific phenomena, stimulating scientific literacy. In the technological field, it was verified

the importance of educators having skills to use digital and analog tools in the form of concrete materials, as well as encouraging students to use them critically in the school and social context, practices present in digital literacy. The activities presented brought contributions to the introduction of computational thinking practices as an instrument for the use of computational tools, as well as for the development of mathematical skills such as problem solving. In addition, educators highlighted mathematical literacy skills and competencies, such as argumentation and reasoning, to solve problems in the areas of Science, Mathematics, Technology, Engineering and Arts. With this, challenges to be overcome in order to implement integrated projects were also observed, such as school gaps and the context in which the student is inserted, the lack of school structure, materials, support, among others.

Keywords: STEAM. Mathematics Literacy. Digital literacy. Scientific Literacy. Teacher Training.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 — Pirâmide STEAM.....	33
Figura 2 — Exemplos de Rubrica.....	35
Figura 3 — Níveis de integração entre as disciplinas do projeto.....	38
Figura 4 — Atividade de aprendizagem do professor no desenvolvimento do currículo STEAM.....	44
Figura 5 — Níveis do índice de letramento científico.....	55
Figura 6 — Currículo de referência em Tecnologia e Computação (Ensino infantil e Fundamental)	58
Figura 7 — Conexões entre as áreas STEAM, ABP e o cotidiano na concepção dos professores de acordo com cada tema.....	90
Figura 8 — Convergência de várias fontes de evidências do estudo de caso.....	95
Figura 9 — Desenvolvimento de uma análise.....	97
Figura 10 — Experimento filtro de água caseiro.....	111
Figura 11 — Experimento: Energia Eólica.....	115
Figura 12 — Respostas da atividade desplugada.....	136
Figura 13 — Atividade no SCRATCH.....	138
Figura 14 — Experimento: casa resistente a ventania.....	146
Figura 15 — Experimento: testagem de aviões de papel.....	150
Figura 16 — Reflexões sobre a Matemática no cotidiano.....	156
Figura 17 — Reflexões dos professores sobre o ensino tradicional <i>versus</i> ensino por metodologias ativas.....	162

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	— Definições dos letramentos.....	52
Quadro 2	— Competências do letramento matemático segundo BNCC.....	62
Quadro 3	— Capacidades do letramento matemático segundo PISA.....	64
Quadro 4	— Situações-problemas de acordo com Blanco (2019)	66
Quadro 5	— Resultado da busca no portal de periódicos da CAPES.....	69
Quadro 6	— Informações das escolas participantes.....	84
Quadro 7	— Disciplina e descrição dos professores participantes.....	85
Quadro 8	— Datas e temas dos encontros	89
Quadro 9	— Resumo dos temas, atividades e materiais utilizados nos encontros.....	94
Quadro 10	— Síntese das categorias de Análise.....	100
Quadro 11	— Percepção dos professores sobre as conexões STEAM nas atividades dos encontros formativos por área de conhecimento	105
Quadro 12	— Percepção dos professores sobre as conexões STEAM e o cotidiano.....	107
Quadro 13	— Perspectiva de letramento dos professores.....	119
Quadro 14	— Diálogo dos docentes durante a prática de experimentação de filtragem.....	127

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	— Percentual de professores por área de conhecimento.....	86
Gráfico 2	— Conhecimento STEAM após a formação (em uma escala de 1 a 5, em níveis de concordância)	102
Gráfico 3	— Percepção dos professores sobre os letramentos após os encontros formativos.....	120
Gráfico 4	— Letramentos que podem ser mobilizados em um projeto STEAM na perspectiva dos professores.....	121
Gráfico 5	— Hábitos dos professores referentes a checagem de notícias	122
Gráfico 6	— Locais para checagem de notícias utilizados pelos professores.....	123
Gráfico 7	— Uso de ferramentas digitais.....	132
Gráfico 8	— Hábito dos professores referentes ao uso de recursos digitais.....	134

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAAS	Associação Americana para o Avanço da Ciência
ABP	Aprendizagem Baseada em Projetos
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
C&T	Ciência e Tecnologia
CETRED	Fundação de Apoio à Cultura, à Pesquisa e ao Desenvolvimento Institucional, Científico e Tecnológico
CIEB	Centro de Inovação para a Educação Brasileira
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
DIY	<i>Do it yourself</i>
EBC	Empresa Brasil de Comunicação
ESL	<i>English as a Second Language</i>
ILC	Indicador de Letramento Científico
INAF	Indicador de Alfabetismo Funcional
LC	Letramento Científico
LD	Letramento Digital
LM	Letramento Matemático
NDEA	<i>National Defense Education Act</i>
NSF	<i>National Science Foundation</i>
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OMS	Organização Mundial da Saúde
OPAS	Organização Pan-Americana de saúde
PC	Pensamento Computacional
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes
PNLD	Programa nacional do livro e do material didático
PROATIVA	Pesquisa e produção de ambientes Interativos e objetos de aprendizagem
PROMÍDIA	Grupo de Pesquisa e Produção Colaborativa de Mídias Digitais e

Aprendizagem de Matemática

SAEB	Sistema de Avaliação da Educação Básica
SBC	Sociedade brasileira de computação
SPAECE	Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
UFC	Universidade Federal do Ceará
UNCW	<i>University of North Carolina at Wilmington</i>
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	19
2	A EDUCAÇÃO STEAM.....	28
2.1	Evolução da abordagem STEAM ao redor do mundo e no Brasil	28
2.2	STEAM na prática.....	30
2.3	A presença das conexões multidisciplinares, interdisciplinares ou transdisciplinares na Educação STEAM.....	36
2.4	Formação de professores para o desenvolvimento da abordagem STEAM.....	41
3	DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES E COMPETÊNCIAS PARA O SÉCULO XXI A PARTIR DA PROMOÇÃO DOS MULTILETRAMENTOS.....	47
3.1	Multiletramentos.....	50
3.1.1	<i>Letramento Científico.....</i>	54
3.1.2	<i>Letramento Digital</i>	57
3.1.3	<i>Letramento Matemático</i>	61
4	ESTADO DA QUESTÃO.....	67
4.1	O caminho percorrido.....	67
4.1.1	<i>Portal de Periódicos da Capes.....</i>	68
4.2	Discussão dos trabalhos selecionados.....	70
5	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	83
5.1	Caracterização do Estudo.....	83
5.2	Local da Pesquisa e Sujeitos.....	84
5.3	Descrição do projeto com parceria entre: a UFC, a UNCW e o Consulado Americano.....	87
5.4	Desenvolvimento da pesquisa e atividades	88
5.5	Instrumentos para coleta de dados.....	95
5.6	Procedimentos para análise dos dados.....	97
6	APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	99
6.1	Pré-análise.....	99
6.2	Exploração do material.....	100
6.3	Tratamento dos resultados e interpretação.....	101

6.3.1	<i>As conexões entre as áreas STEAM.....</i>	101
6.3.2	<i>Habilidades e competências para os letramentos das áreas STEAM.....</i>	118
6.3.2.1	<i>Habilidades e competências para o letramento científico.....</i>	121
6.3.2.2	<i>Habilidades e competências para o letramento digital.....</i>	132
6.3.2.3	<i>Habilidades e competências para o letramento matemático.....</i>	146
6.3.3	<i>Desafios para utilização de atividades STEAM.....</i>	161
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	170
	REFERÊNCIAS.....	179
	APÊNDICE A — PERFIL DO PROFESSOR.....	192
	APÊNDICE B — DIÁRIO DE CAMPO.....	198
	APÊNDICE C — FORMULÁRIO FINAL APÓS A INTERVENÇÃO....	199
	APÊNDICE D — GUIA DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA DOS PROFESSORES.....	204
	ANEXO A — EMENTA DA FORMAÇÃO.....	206
	ANEXO B — TERMO DE CONSENTIMENTO.....	209
	ANEXO C — ATIVIDADE DESPLUGADA.....	211
	ANEXO D — ATIVIDADE SCRATCH.....	212

1 INTRODUÇÃO

A formação docente é uma necessidade desde o século XVII, quando a primeira instituição destinada ao ensino de professores foi criada no Brasil (SAVIANI, 2009). De acordo com cada período, os educadores foram adaptando a sua formação e as abordagens de ensino. Essa necessidade se altera de acordo com cada marco histórico para se adaptar às demandas da sociedade, como aconteceu, por exemplo, no ensino remoto durante o período pandêmico. As rápidas transformações do mundo moderno refletem a necessidade de investir na formação docente.

O século XXI nos apresenta novos paradigmas em vários setores do cotidiano mediado por inovações tecnológicas, tais como, o *home office*, vendas e prestação de serviços *on-line*, atividades educacionais a distância e as teleconsultas. A década de 2020 acentuou tais mudanças e muito se deve à Pandemia da Covid-19, declarada em março daquele ano pela Organização Mundial da Saúde (OMS). A pandemia impôs desafios aos professores, exigindo que eles se ajustassem rapidamente à utilização da tecnologia para dar continuidade ao ensino, evidenciando mais uma vez a importância da formação de educadores, que estejam prontos para lidar com os desafios da sociedade moderna. Segundo a Empresa Brasil de Comunicação (EBC), esse período intensificou o uso das tecnologias digitais, possibilitando um aumento dos trabalhos nesse campo (EBC, 2021). Contudo, o emprego das inovações tecnológicas na sociedade possui um crescimento anterior à pandemia.

A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) apontam a importância de mitigar os efeitos negativos do fechamento temporário das escolas que resultaram em perda de aprendizagem, principalmente em comunidades mais vulneráveis. A agência internacional salienta que priorizar a recuperação da Educação pode evitar uma catástrofe geracional (UNESCO, 2021). A organização também observou uma rápida mudança na automatização dos serviços com a utilização da Inteligência Artificial (AI), mostrando em relatório, que um a cada 16 trabalhadores precisarão de reciclagem profissional até 2030 (UNESCO, 2022).

Além disso, observa-se o baixo rendimento de estudantes brasileiros, com 15 anos de idade, no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), que investiga a proficiência em leitura, Matemática, Ciências e domínio inovador. Este último avaliará o pensamento criativo, em 2022, e a aprendizagem no mundo digital, em 2025 (OCDE, 2018). Os baixos índices são um desafio a ser enfrentado por profissionais da Educação, principalmente professores de Matemática (APPELT; MAIA, 2022), juntamente com os

professores das Ciências da Natureza. Além do PISA, os docentes devem traçar estratégias para combater os baixos índices no Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), Prova Brasil e Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará (SPAECE).

Os resultados do PISA em 2018 revelaram que as notas no Brasil estão abaixo da média para Ciências e Matemática, o desempenho cai especialmente em locais com baixos níveis socioeconômicos. Em Matemática, apenas 32% dos alunos atingiram o nível 2, ou seja, níveis mínimos de proficiência, em que se deve interpretar matematicamente situações simples do cotidiano. A China, por exemplo, chega a atingir 98% nesse nível, enquanto a média mundial da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) é 76% (OCDE, 2018).

Em Ciências, 45% dos alunos brasileiros atingiram os níveis mínimos de proficiência, a média da OCDE é de 78%. Nesse nível, os estudantes devem reconhecer e identificar fenômenos científicos simples. Além disso, apenas 1% dos estudantes na faixa dos 15 anos, tiveram um bom grau de proficiência, nível 5 ou superior, tanto para Matemática como para Ciências (OCDE, 2018).

Apesar dos dados do PISA mostrarem uma defasagem do ensino de Ciências, uma pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, que investiga a opinião dos brasileiros referente à Ciência e Tecnologia (C&T), comunica que 62% dos entrevistados estão interessados ou muito interessados em algum assunto relacionado a C&T. A percepção positiva da tecnologia na sociedade brasileira persiste em um percentual de 73% dos entrevistados, que acreditam que a tecnologia traz apenas bons ou mais benefícios para a sociedade do que danos (CGEE, 2019).

Com isso, é fundamental um olhar crítico diante do currículo das escolas brasileiras, para procurar estabelecer melhorias na organização do ensino de Ciências e Matemática que possam refletir o momento atual (LORENZIN, 2016). Conteúdos fragmentados, que não dialogam entre si, deixam os alunos despreparados para o cotidiano cheio de informações proporcionadas pela tecnologia, que se transforma e atualiza de forma rápida; e destoam da realidade. A conexão entre os conhecimentos e a experimentação deve ser incentivada de forma que possam ser aplicados no mundo que está em constante transformação (FADEL; BIALIK; TRILLING, 2015).

Além do currículo, é essencial investir no educador, pois ele desempenha o papel fundamental de mediador entre o currículo e o aluno. Desse modo, estudos envolvendo professores são essenciais para fazer pesquisas em Educação e melhorar os processos de ensino e aprendizagem. Nesse cenário de inovações, Rusmansyah *et al.*, (2021) destacam que

um futuro professor não apenas precisa dominar o conhecimento científico, mas também deve possuir habilidades técnicas relevantes.

Nesse contexto, com intuito de formar estudantes que possam ser inseridos em um mundo competitivo e moderno, a *National Science Foundation* (NSF), nos Estados Unidos, propôs um programa que integra Ciências, Matemática, Engenharia e Tecnologia, na década de 1990. Primeiramente surge o acrônimo SMET para designar as quatro áreas em conjunto, posteriormente surgiu o STEM como acrônimo para essa junção (SANDERS, 2009; BREINER *et al.*, 2012; BACICH; HOLANDA, 2020).

O STEM, formado pelas iniciais em inglês de *Science, Technology, Engineering and Mathematics*, surge como uma tendência global, com uma proposta de explorar um currículo escolar de maneira atual e de acordo com as inovações tecnológicas, motivando o desenvolvimento de projetos que simulem a resolução de problema em uma situação real. Promovendo assim, um currículo com habilidades e competências do século XXI, integrando de forma interdisciplinar e/ou transdisciplinar as áreas de conhecimento e/ou campos de atuação, propondo o rompimento da segregação de conteúdos de forma intencional (BACICH; HOLANDA, 2020).

Para complementar a transformação do currículo, com intuito de incentivar a cultura *maker*, para ocorrer a “mão na massa” e a construção de artefatos que possam ser utilizados na resolução de problemas, além da Engenharia, da Tecnologia e demais componentes curriculares, houve a necessidade de utilizar o design, artes, além de compreender as humanidades de forma geral, assim, a letra A foi inserida no acrônimo, que passou a ser STEAM (BACICH; HOLANDA, 2020).

A abordagem STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*), agora com as Artes, desponta como uma tendência nos Estados Unidos e em alguns países da Europa. No Brasil, porém, é abordado de forma tímida, havendo pouco investimento para desenvolver projetos que envolvam a programação e a robótica, por exemplo, áreas de conhecimento tecnológicos que estão em ascensão em escolas do norte global e no campo do trabalho (PUGLIESE, 2017).

Para efetivamente incorporar a abordagem STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) nas escolas, Appelt e Maia (2022) ressaltam que é essencial capacitar os professores. Essa capacitação visa preparar educadores capazes de integrar de forma interdisciplinar as diversas áreas de conhecimento, garantindo uma abordagem eficiente. No entanto, os autores destacam que se deve considerar os desafios para essa integração. Sobre os desafios, Sedlacek (2021) pontua que a realidade, principalmente em redes estaduais de

ensino, é de uma carga horária excessiva, falta de infraestrutura, problemas na organização curricular e falta de apoio institucional, dificultando pôr em prática projetos integradores como a STEAM.

A Educação STEAM, apesar de ser uma abordagem mais conhecida e utilizada internacionalmente, é mencionado pelo Programa nacional do livro e do material didático, o PNLD 2021, cita a abordagem STEAM como o objeto 01, que corresponde a uma divisão estrutural do programa, faz parte dos Projetos Integradores no novo Ensino Médio, como forma de integrar conhecimentos, ocorrendo uma aprendizagem mais significativa, pois, estimula a criatividade e o protagonismo dos alunos para que possam superar obstáculos no mundo real, de modo a desenvolver competências gerais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) tais como: “7 (argumentação), 1 (conhecimento) e 2 (pensamento científico, crítico e criativo)” (BRASIL, 2019, p. 3 ; FNDE, 2021).

A abordagem STEAM, embora não esteja presente na BNCC de forma direta, está alinhada com as competências do documento normativo. O desenvolvimento do protagonismo estudantil é um exemplo deste alinhamento (PUGLIESE, 2020). A Base Nacional Comum Curricular ressalta a importância de desenvolver o multiletramento para que o aluno possa participar de forma efetiva das práticas contemporâneas (BRASIL, 2018).

Outra temática alinhada à STEAM é a utilização dos letramentos, prática na qual os conhecimentos são aplicados nas práticas sociais. Na literatura internacional já existe a denominação do letramento STEM (HONEY; PEARSON; SCHWEINGRUBER, 2014) e letramento STEAM (KIM *et al.*, 2020), para designar os letramentos relacionados às áreas de conhecimento da abordagem. Porém, utilizando como referência a literatura brasileira e os documentos nacionais podemos destacar nas áreas de conhecimento da abordagem STEAM, os letramentos matemático, digital e científico.

O letramento matemático, digital e científico, presentes na BNCC, estão de acordo com a proposta STEAM. A Cultura digital e o letramento digital, observados na competência 5 da BNCC, trazem a tecnologia como meio para que o estudante a utilize de forma a pôr em prática, na sua vivência, as competências necessárias para mundo digital e possa propor projetos que beneficiem sua comunidade (ALMEIDA *et al.*, 2021).

Nessa circunstância, Adeoye (2023) enfatiza a necessidade de desenvolver as competências digitais também dos professores. À medida que novos modelos e mídias de aprendizagem surgem, o letramento digital é considerado fundamental. As técnicas inovadoras aplicadas em sala de aula capacitam os alunos a adquirirem uma cidadania ativa em uma perspectiva global.

Mais um aspecto da abordagem STEAM, de acordo com Blanco (2020), é que a abordagem se mostra eficiente na construção do pensamento matemático, pois, além de fazer uma relação entre a disciplina e o seu cotidiano, cria no aluno um perfil de “investigação, testagem de hipóteses, argumentação, tentativa, erro, análise e retomada” (BLANCO, 2020, p. 147). De acordo com a BNCC (2018, p. 268), o pensamento matemático reúne ideias fundamentais e articuladas. O documento normativo ainda ressalta que o “letramento matemático (raciocínio, representação, comunicação e argumentação)” é desenvolvido pela investigação, elaboração de projetos e resolução de problemas.

Outra área de destaque na STEAM é a Ciências. Melhorando o entendimento de professores e alunos nessa área, pode-se aprofundar a pesquisa, a investigação e o pensamento crítico, que são habilidades e competências para o letramento científico. Sobre esse letramento, a BNCC evidencia como o seu desenvolvimento amplia a compreensão do mundo em vários aspectos, dando suporte para transformá-lo (BRASIL, 2018). Para Santos (2007), é essencial que o cidadão saiba além dos fenômenos naturais do cotidiano, mas que este letramento seja responsável por uma tomada de decisão consciente sobre questões relativas à saúde, ciências e tecnologia. Sabendo assim, identificar o que é melhor para o bem comum da comunidade, como medidas profiláticas para evitar doenças. Como exemplo, têm-se medidas simples tais como: verificar a validade dos medicamentos; descarte adequado do lixo; prevenção e combate de doenças transmitidas por mosquitos, entre outras.

Diante da pandemia da COVID-19 e dos problemas encontrados durante a vacinação para combater a disseminação do vírus, observa-se a importância do letramento científico, assim como do letramento digital. A OCDE, em um documento intitulado: *21st-Century Readers Developing Literacy Skills in a Digital World* (Leitores do século 21, desenvolvendo habilidades de Letramento em um mundo digital), aborda que o grande fluxo de informações exige que os leitores diferenciem fatos de opiniões, tendo cuidado na seleção de informações, distinguindo o que é tendencioso, e para que isso ocorra, a organização destaca a importância de fortalecer o tipo de navegação dos alunos e o desenvolvimento do letramento adequado utilizando as tecnologias digitais e a Ciência para combater a desinformação (OCDE, 2021).

A Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS) informa que a pandemia foi acompanhada por uma infodemia, o excesso de informações, ocorrendo muitas vezes manipulação da informação. A organização aborda que houve um aumento exponencial de notícias maliciosas associadas à pandemia, fenômeno ampliado pelas redes sociais. Notícias enganosas, sem fontes e baseadas em teorias da conspiração podem se espalhar rapidamente, mudando o comportamento das pessoas e elevando os riscos, tornando assim a pandemia

ainda mais grave (OPAS, 2020). Nesse contexto, a escola e professores devem intervir para que a leitura adequada, do campo científico ao digital, chegue ao aluno de forma crítica e eficiente.

Entendendo a importância da Educação na vida dos alunos e para a comunidade, vale ressaltar, que a trajetória desta pesquisadora e professora, desde a vivência acadêmica, profissional até o desenvolvimento da dissertação foi marcada pela motivação em construir novas maneiras de ensinar. Durante o curso de Licenciatura em Matemática, na Universidade Federal do Ceará (UFC), como bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), observei como práticas diferenciadas no ensino de Matemática podem favorecer a aprendizagem na Educação Pública.

Ao longo da vida profissional, como professora de escola pública e preceptora do programa de Residência Pedagógica da UFC, este último ocorreu durante todo o período pandêmico, mais uma vez pude verificar a importância em trazer novas metodologias para sala de aula, mas agora fortemente amparadas pelos recursos tecnológicos, sempre buscando inovação orientada pelo contexto em que estamos inseridos.

Nesse ínterim, observou-se como alunos, mesmo com poucos recursos advindos do ensino público, quando provocados, constroem trabalhos excelentes em Feiras de Ciências e Semanas Culturais escolares. Utilizando a interdisciplinaridade apresentam artefatos magníficos envolvendo a Arte, a Física, a Matemática, entre outros. Porém, os eventos mencionados ocorrem anualmente, a prática poderia ser estimulada no decorrer de todo o ano letivo, prática essa que também pode ser incentivada pelos professores ao utilizarem a abordagem STEAM. Para que assim, os alunos possam vivenciar experiências, ao mesmo tempo que constroem conhecimento, utilizando de múltiplas competências e que estejam alinhadas com as habilidades do século XXI.

Nesse sentido, foi iniciado em 2023, o projeto *Integrating STEAM & English in the Brazilian Public School System: A pilot study at the UFC Pedagogical Residency Program*, uma parceria entre a Universidade Federal do Ceará e a *University of North Carolina at Wilmington* (UNCW) com apoio do Consulado-Geral dos Estados Unidos em Recife e da Fundação de Apoio à Cultura, à Pesquisa e ao Desenvolvimento Institucional, Científico e Tecnológico (FUNDAÇÃO CETREDE). O projeto deu o suporte e as ferramentas de apoio necessários para o desenvolvimento desta pesquisa e viabilizaram pôr em prática a busca por uma Educação de qualidade.

A proposta do projeto visa contribuir para o aprimoramento do currículo de duas escolas da periferia das cidades de Fortaleza e Caucaia, com intuito de aumentar a

proficiência nas áreas de conhecimento que englobam a abordagem STEAM. Ademais, o projeto implementa a integração do Inglês como segunda língua ou *English as a Second Language* (ESL), por meio de atividades como: oficinas, seminários, planejamento, reuniões, treinamentos, intervenções e capacitação de professores.

O projeto se integra também às atividades do Grupo de Pesquisa e Produção de Ambientes Interativos e Objetos de Aprendizagem (PROATIVA) e do Grupo de Pesquisa e Produção Colaborativa de Mídias Digitais e Aprendizagem de Matemática (PROMÍDIA), ambos da Universidade Federal do Ceará.

Desse modo, a colaboração para os projetos de pesquisa pode proporcionar abordagens educacionais inovadoras e contextualizadas, propiciando ambientes de descobertas para educadores. Nesse contexto, a abordagem STEAM pode contribuir para uma aprendizagem com mais significado, contexto, estimulando a motivação. Com isso, é necessário que os docentes proponham projetos a partir de um problema real da comunidade escolar. Blanco (2020, p. 130) afirma que “as ações propostas para os alunos devem partir de uma situação contextualizada acessível, relacionada direta ou indiretamente com a realidade deles.”

O Comitê de Educação Integrada STEM, formada por órgãos americanos (Academia Nacional de Ciências, Academia Nacional de Engenharia, Instituto de Medicina, Conselho Nacional de Pesquisa) infere o conceito do letramento STEM como um papel de ter consciência das Ciências, Tecnologia e Matemáticas na sociedade contemporânea, ter conhecimento dos conceitos básicos, assim como fluência e aplicação desses na sociedade, podendo pôr em prática um conteúdo científico/matemático e tecnológico, levando em consideração a resolução de problemas do cotidiano de maneira crítica, utilizando conteúdos que sejam relevantes para a vida (HONEY; PEARSON; SCHWEINGRUBER, 2014).

Contudo, essa dissertação utiliza o conceito da abordagem STEAM, com a proposta de incluir as humanidades com a inclusão da letra A. Dentro da proposta dos letramentos abordados pelas práticas STEAM, destacam-se, nesta dissertação, os letramentos: digital, matemático e científico, conforme a perspectiva dos professores da Educação Básica. Assim, com base na necessidade de mudança, pautada pelo contexto em que estamos inseridos e fundamentado no referencial teórico presente nesta dissertação, surge a problematização sobre a importância da aplicação integrada dos conhecimentos.

Além disso, observa-se a carência de formação continuada, para o uso de práticas inovadoras e aplicadas ao cotidiano para enriquecimento dos processos de ensino e aprendizagem, visando preparar educadores e alunos para os desafios contemporâneos.

Nesse sentido, propõe-se a utilização de currículos inovadores, bem como o estímulo à formação continuada para o desenvolvimento de propostas pedagógicas desafiadoras e atrativas, visando enriquecer os processos de ensino e aprendizagem e preparar os educadores e alunos para os novos desafios. Diante disso, a dissertação está delimitada pela seguinte questão: qual a percepção de professores da educação básica acerca das contribuições e desafios da abordagem STEAM pela ótica dos letramentos durante um processo formativo?

O objetivo geral é investigar as concepções dos professores da Educação Básica, referente às contribuições e desafios de atividades STEAM, durante um processo formativo, observados pela perspectiva dos letramentos relacionados às áreas de conhecimento dessa abordagem.

Para isso, definiram-se os objetivos específicos

a) Identificar o que os professores entendem sobre as conexões entre as áreas de conhecimento da abordagem STEAM, durante o processo formativo, e como estas podem contribuir para o ensino e aprendizagem de estudantes da Educação Básica.

b) Analisar, durante a formação de professores, as habilidades e competências dos letramentos científico, digital e matemático, a partir de atividades utilizando a abordagem STEAM.

c) Verificar as reflexões dos professores sobre os desafios para a utilização de atividades integradas de STEAM.

Essa Dissertação tem como referencial teórico documentos normativos nacionais (BNCC), e internacionais (relatórios do PISA e Unesco). Para a Abordagem STEAM, têm-se autores como Sanders (2009) e Yakman (2008), assim como autores que trazem o ponto de vista voltado para a Educação Brasileira, como Pugliese (2020), Bacich e Holanda (2020). Os letramentos (matemático, científico e digital) estão de acordo com a perspectiva de Soares (2009), que observam a Matemática, a Ciências e a Tecnologia com aplicação no contexto social.

Estruturalmente, esta dissertação está organizada em sete seções, incluindo a introdução, já apresentada. Em seguida, na segunda seção, observa-se a Educação STEAM. Essa seção perpassa, desde o histórico, conceitos para a prática, a sua relação com a multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade, além da formação de professores.

Na terceira seção, tem-se desenvolvimento de habilidades e competências para o século XXI, a partir da promoção dos multiletramentos, abordando os letramentos matemático, científico e digital.

Na quarta seção, apresenta-se o estado da questão, com as aproximações e diferenças entre a dissertação e as pesquisas envolvendo a STEAM e os letramentos.

A quinta seção contém a metodologia com a caracterização do estudo, local de pesquisa e sujeitos, a descrição do projeto que deu suporte à pesquisa, o desenvolvimento das atividades, instrumentos para coleta de dados e procedimentos para análise dos dados.

Na sexta seção encontram-se a análise e discussão dos resultados coletados a partir das percepções dos professores acerca das contribuições e desafios para o desenvolvimento de atividades STEAM, estes foram encontrados nas conexões e diálogo entre as áreas de conhecimento dessa abordagem e nos componentes para os letramentos científico, digital e matemático.

Por fim, a seção das Considerações finais, neste momento de finalização, buscou-se refletir sobre o processo vivenciado durante os encontros formativos, contribuições, limitações e sugestões de trabalhos futuros.

2 A EDUCAÇÃO STEAM

Nesta seção, tem-se o histórico da Educação STEAM, desde o seu surgimento nos Estados Unidos, sua evolução e como a abordagem STEAM apresenta-se no Brasil. Em seguida, observa-se a parte conceitual desta abordagem e as metodologias embutidas no seu desenvolvimento, apontando para uma definição complexa. Na sequência, apresenta-se a presença da multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade, além de como essas podem estar relacionadas à STEAM. Por fim, discute-se a formação docente, elemento essencial para que se possa colocar em prática essa abordagem.

2.1 Evolução da abordagem STEAM ao redor do mundo e no Brasil

A preocupação americana com as Ciências e a Tecnologia remontam aos tempos da Guerra Fria e da corrida espacial, na década de 1950, quando a antiga União Soviética fez o lançamento do primeiro satélite, o *Sputnik* (VALE, 2009; MORAES, 2017; GRANOVSKIY, 2018). Diante disso, os EUA foram abatidos pelo sentimento, que estaria ficando para trás na corrida científica e tecnológica, levando a criação, em 1958, do *National Defense Education Act* (NDEA), ou seja, uma lei Nacional de Defesa da Educação, uma das primeiras iniciativas Federais Americana de financiamento para aumentar o seu poder Tecnológico.

O fortalecimento da Educação científica e matemática foi alvo de estudo também durante a década de 1980, por instituições nos Estados Unidos. As inovações nesse setor eram requeridas para suprir carências no campo tecnológico e da engenharia. A partir de políticas governamentais a *National Science Foundation* (NSF), na década de 1990, utilizou-se pela primeira vez um acrônimo que unisse tais áreas de conhecimento, surgindo assim o termo SMET, que logo foi alterado para STEM por lembrar uma palavra vulgar em inglês (SANDERS, 2009; BREINER *et al.*, 2012).

A diretora da NSF, Judith Aitken Ramaley, em 2001, utilizou o acrônimo STEM para designar a união das áreas da *science, technology, engineering and mathematics*. A nova sigla teve uma maior adesão, e o então presidente Barack Obama investiu aproximadamente 700 milhões na Educação STEM como forma de estimular a inovação no contexto escolar (PUGLIESE, 2020). O STEM surgiu como uma resposta para prover a alta demanda global à

procura de pessoas preparadas para ocupar carreiras da alta tecnologia e com múltiplas habilidades (BRADY, 2014).

Yakman (2008, p. 336) destaca a relevância em fomentar nos alunos o interesse por tais áreas, pois “Líderes em Educação estão promovendo fortemente o conceito de que os programas STEM sejam desenvolvidos para produzir mais cientistas, matemáticos e engenheiros capazes de liderar as descobertas e desenvolvimentos do futuro”, porém, a autora refletiu como melhorar o desenvolvimento da estrutura educacional, unindo as áreas conhecidas como Ciências Puras com as Ciências Sociais e a linguagem das Artes, com intuito de promover o pensamento crítico e científico e aplicá-los, sendo assim cidadãos produtivos na sociedade.

Destarte, em 2008, Georgette Yakman foi a primeira autora a propor o modelo STEAM, agora com a letra A, representando a Arte e o Design. O chamado Movimento STEAM ou Educação STEAM passa a integrar cinco áreas de conhecimento. A partir da inclusão das Artes acredita-se que ocorra a ampliação de competências socioemocionais, como “criatividade, a incerteza, a resiliência, a capacidade de relacionar-se, de tolerar o diferente, colaborar, resolver problemas, pensar criticamente, desenvolver a imaginação, ampliar e diversificar os meios de expressão e ser capaz de adaptar-se a situações novas e desafiadoras” (LIMA, 2020, p. 166).

De acordo com Pugliese (2020), apesar de ser objeto de investimento mundo afora, no Brasil, a abordagem STEAM ocorre de forma tímida e aconteceu devido à importação de modelos educacionais Norte Americanos e Europeus. As *edtechs*, *startups* que utilizam tecnologias inovadoras na Educação, e as escolas privadas incorporam a robótica e programação, como forma de obter uma diferenciação no mercado, adequando-se ao Movimento STEAM. Outro motivo de atraso é a questão do Brasil ser mais um consumidor do que um produtor de Tecnologias.

Em uma Revisão Sistemática da Literatura Brasileira, Maia, Carvalho e Appelt (2021) observaram que as práticas pedagógicas envolvendo a STEAM ocorrem de forma preambular no Brasil, são pouco difundidas e concentradas na região Sul. Os autores destacaram um trabalho que ganhou notoriedade na mídia, da professora Débora Garofalo, cuja solução do descarte do lixo foi a utilização da robótica e material de baixo custo. De acordo com a *Varkey Foudation* (2019), mais de 2000 alunos foram impactados pelo programa de Garofalo denominado: *Junk Robotics, Promoting Sustainability*, sendo finalista do prêmio *Global Teacher Prize 2019*. Usando a interdisciplinaridade, a professora uniu a sustentabilidade, programação e robótica na Educação Básica.

Garofalo trabalhava numa escola com poucos recursos na periferia de São Paulo, próximo das principais favelas da cidade. A professora observou que os alunos não recebiam a Educação voltada para a Ciência e Tecnologia e que isso poderia influenciar na inserção dos discentes no mercado de trabalho. A comunidade era marcada pela insalubridade e violência. Débora Garofalo incentivou seus aprendizes a mapearem os problemas locais, logo após, introduziu conceitos tecnológicos que utilizavam a eletrônica e a robótica. Explorando a criatividade, os aprendizes fizeram: robôs, protótipos diversos, carrinhos, barcos e aviões, a partir de materiais que seriam descartados, utilizando *chips* e assim, implementando um currículo tecnológico, buscando solução dos problemas no entorno escolar (VARKEY FOUNDATION, 2019).

No Ceará, um projeto similar utilizando lixo eletrônico e robótica foi premiado pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE). O projeto chama-se ROBOFEST, ocorreu na escola de Ensino Fundamental e Médio Dom Hélder Câmara, localizada no bairro Quintino Cunha, periferia de Fortaleza. O intuito era fazer uma robótica sustentável, no qual a comunidade escolar arrecadava lixo eletrônico e transformava em matéria prima para utilizar nos projetos de robótica. Incentivando assim a Ciência, a Tecnologia, a Inovação e o empreendedorismo, pois posteriormente a iniciativa transformou-se em uma *startup*, a primeira de Ensino Médio da Escola Pública do Ceará (CEARÁ, 2019; FORTALEZA, 2020).

Diante do poder social e transformador da Escola, novas práticas devem ser incentivadas. Nesse contexto, abordagem STEAM aliada ao movimento *maker* amparados por metodologias como a aprendizagem baseada em projetos (ABP), é uma proposta educativa que traz a premissa da construção e transformação do saber. O aluno tem a possibilidade de participar de projetos multi, inter ou transdisciplinares, em que são estimulados a construir protótipos ou artefatos que possam solucionar problemas reais utilizando materiais de baixo custo, ou quando tiverem oportunidades de acesso, utilizando materiais modernos e tecnológicos.

Desse modo, apresentam-se na próxima subseção os conceitos para um melhor entendimento da abordagem STEAM na prática, assim como as metodologias que podem ser aliadas à essa abordagem.

2.2 STEAM na prática

A abordagem STEAM é muito complexa para ser definido como uma metodologia ou currículo (PUGLIESE, 2020). Autores como Breiner *et al.*, (2012), a denominam como um movimento ou uma abordagem. Na literatura encontra-se termos como: “abordagem STEM/STEAM”, “Movimento STEM/STEAM” ou “Educação STEM/STEAM” para determinar a integração das áreas de conhecimento mencionadas anteriormente, a diferença nos acrônimos significa a inclusão das Artes com acréscimo da letra A.

Conceituar a abordagem STEAM para além do significado da sua sigla não é uma tarefa fácil, devido ao grau intrincado de conexões que podem resultar das variáveis envolvidas no processo. Honey, Pearson e Schweingruber (2014), corroboram com o fato de que a STEM é difícil de definir, pois consideram uma Educação Integrativa de natureza multidimensional. Sanders (2009) também apresenta a abordagem como uma Educação Integrativa centrada no aluno e com grande potencial cognitivo, que utiliza o construtivismo para promover a aprendizagem contextualizando a Ciências e a Matemática, agregando a Educação Tecnológica a outros conteúdos.

Para Breiner *et al.*, (2012), a STEAM é uma abordagem integrada que propõe utilizar as disciplinas separadas, transformando-as em unidades. Evitando a compartimentação dos conteúdos e os utilizando para a resolução de problemas do mundo real de forma coesa, podendo com isso, usar os conceitos científicos, matemáticos e tecnológicos para preparação dos alunos no desenvolvimento de habilidades necessárias para competir em uma sociedade que avança rapidamente no campo científico e tecnológico.

Pugliese (2020) procura definir a abordagem STEAM buscando aspectos metodológicos, do currículo interdisciplinar e da percepção da função da escola. Quanto à metodologia, a abordagem procura romper o modelo de ensino tradicional, no qual o estudante recebe os conteúdos de forma passiva. A abordagem STEAM promove o protagonismo e autonomia dos alunos por intermédio da Cultura *Maker*, ou seja, a aprendizagem ocorre a partir da realização de projetos do tipo mão na massa, investigativos e criativos. O Currículo STEAM pode integrar as Ciências da Computação, a programação, a Robótica, temas da Engenharia ou *Design*. Inclui conceitos que vão além do currículo convencional, para desenvolver o pensamento crítico e científico, assim como seus impactos na sociedade.

A ideia de unir as áreas de conhecimento, utilizando a Ciência, a Matemática, a Engenharia e Tecnologia, embutindo as Ciências Humanas e Sociais através da arte, envolve

também o conceito de interdisciplinaridade, por intermédio da integração das disciplinas. Pugliese (2020) utiliza essa ideia de integração como uma das palavras centrais quando se fala em definição para a abordagem STEAM. Os conteúdos postos de forma integrada estabelecem conexões e relações que não eram vistas em disciplinas trabalhadas de forma isolada. Sobre as percepções da função da escola, o autor destaca que, como o movimento teve início nos Estados Unidos, a corrida tecnológica do mercado americano influenciou e impulsionou o Movimento STEAM. Logo, a proposta de transformação da Escola tradicional se inicia de fora para dentro do ambiente escolar, motivado por necessidades externas.

De forma a investigar se a Educação STEM gera resultados positivos nas disciplinas da abordagem, assim como interesse, motivação e habilidades aprimoradas, um comitê formado por membros da Academia Nacional de Engenharia (NAE) e do Conselho de Educação Científica do Conselho Nacional de Pesquisa (NRC), desenvolveu pesquisas, fez *workshops* e estudou programas que utilizam o STEM, ainda sem o componente da Arte, pelo período de dois anos. Esses estudos mostraram que uma das vantagens de utilizar o STEM é a capacidade de promover a inovação em áreas que possuem certo nível de defasagem (HONEY; PEARSON; SCHWEINGRUBER, 2014).

O grupo de estudos de Honey, Pearson e Schweingruber (2014) propõe metas para os estudantes que podem ser compreendidas como:

- Letramento STEM (o letramento nas áreas de conhecimento do STEM);
- Desenvolver competências do século XXI;
- Desenvolver habilidades para suprir a força de trabalho nas áreas STEM;
- Aumentar interesse e engajamento dos alunos;
- Criar conexões entre as disciplinas STEM (Inter e transdisciplinar).

Essas metas são propostas para desenvolver os letramentos dos alunos, desse modo, pode-se utilizar os conhecimentos aprendidos nas áreas STEM em práticas cotidianas. Honey, Pearson e Schweingruber (2014), assim como o grupo de estudos que desenvolveu pesquisas sobre essa abordagem, acreditam que essa prática dos letramentos são competências importantes para o século XXI. Os autores afirmam ainda, que as áreas STEM tem uma carência na força de trabalho, precisando de estímulo e incentivo para que os discentes ingressem nessas áreas. Além disso, é possível aumentar a capacidade de compreensão e identificação com as áreas do STEM, com o estímulo no desenvolvimento de projetos nessas áreas. Com os devidos ajustes e apoio no ambiente de aprendizagem, os projetos podem favorecer toda a comunidade escolar, desde os educadores, alunos até o entorno da escola.

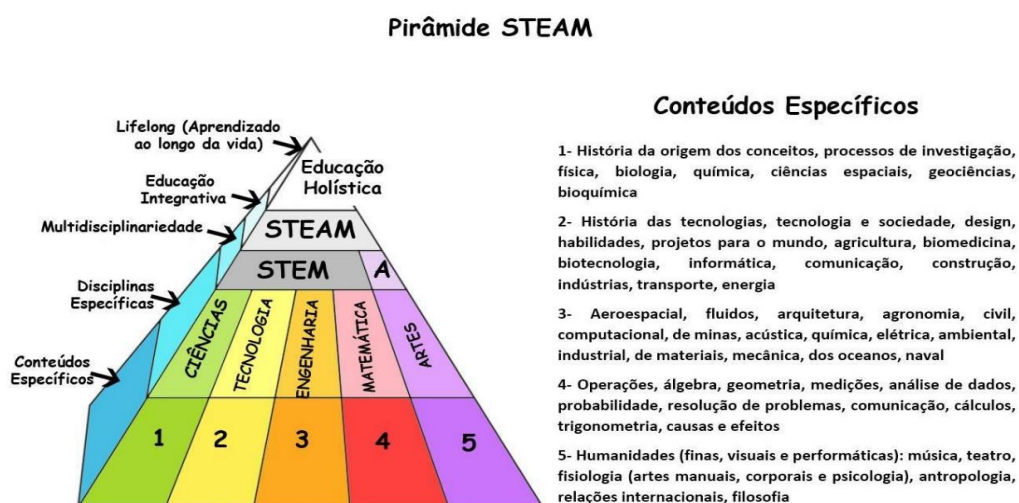
Para realizar as metas dos alunos, os professores devem alcançar os objetivos de obter um “maior conhecimento de conteúdo STEM e um maior conhecimento dos conteúdos pedagógicos” (HONEY; PEARSON; SCHWEINGRUBER, 2014, p. 32). Como resultado, pode-se esperar uma mudança na prática docente, um aumento nos conteúdos pedagógicos. As metas para educadores em programas STEM visam o desenvolvimento profissional por intermédio de atividades curriculares específicas.

Assim, o professor poderá construir conhecimento e práticas pedagógicas relevantes para desenvolver essa abordagem, além de realizar as conexões necessárias entre as áreas. Como isso, é possível aumentar habilidades pedagógicas dos docentes, existindo a necessidade de desenvolvimento profissional extracurricular (HONEY; PEARSON; SCHWEINGRUBER, 2014).

Apesar dos autores supracitados mencionarem o STEM, alcançadas as metas propostas, os professores podem utilizar a abordagem STEAM para incentivar estudantes a investirem nas carreiras dos campos de atuação das áreas STEAM (YAKMAN, 2008); fazer uma conexão entre as áreas de conhecimento; melhorar a aprendizagem e o resultado dos discentes, além disso, envolver as Ciências Humanas e Sociais (BACICH; HOLANDA, 2020).

Para que ocorra o cumprimento dessas, antes de tudo, os educadores devem entender quais áreas e subáreas podem ser trabalhadas com a abordagem STEAM. Com muitas possibilidades, é necessário que haja um bom planejamento. Para uma melhor compreensão, Yakman (2008) mostra com sua pirâmide STEAM (Figura 1), as possibilidades de conteúdos e conexões que podem ser exploradas.

Figura 1— Pirâmide STEAM



Fonte: Adaptado de Yakman (2008, p. 13) e Bacich; Holanda (2020, p. 20).

Yakman (2008) explica como construir um projeto STEAM pelos níveis da pirâmide. Começando pela base da pirâmide, o 5º nível representa os conteúdos específicos, camada na qual o professor atua em domínios mais restritos das áreas. No 4º nível acontecem as divisões por áreas ou disciplinas. Na sequência, no 3º nível, é o campo multidisciplinar, os alunos podem fazer inter-relações e têm uma visão geral. No 2º nível surge a sigla STEAM, nessa camada ocorre a integração, a inter-relação com a realidade e uma interdependência entre as áreas. A autora coloca no topo a Educação Holística e integrativa, aquela que o aluno aprende, de forma individual, ao longo da vida; aprendizagem essa, resultado de estímulos internos e externos. A Educação Holística está relacionada com o que o aluno fará com o conhecimento ao longo da vida, ela é responsável por moldar o que as pessoas fazem com o entendimento do que aprenderam.

Yakman (2008) observa a integração entre as áreas e subáreas, afirmando que não podemos entender Ciência sem tecnologia. A Engenharia não existe sem Artes e Matemática. A Matemática, por sua vez, está intrinsecamente relacionada a praticamente todas as áreas, a linguagem matemática atravessa campos, sendo essencial para diversos estudos.

Ademais as integrações, na abordagem STEAM podem ser incluídas Metodologias Ativas como a Aprendizagem Baseadas em Projetos (ABP) e movimentos como a *Cultura Maker*. A ABP pode ser definida como “uma metodologia de aprendizagem em que os alunos se envolvem com tarefas e desafios para resolver um problema ou desenvolver um projeto que tenha ligação com a sua vida fora da sala de aula” (MORAN; 2018; p. 60). Com a possibilidade de aplicar projetos em resolução de problemas do cotidiano, além de utilizar sua estrutura, essa metodologia pode ser inserida na STEAM conforme afirmam Bacich e Holanda:

A ABP constitui um importante elemento para a elaboração de projetos estruturados, que promovam o protagonismo dos estudantes e o desenvolvimento de competências como a cultura digital, a criatividade, a colaboração, a comunicação, o pensamento crítico e a responsabilidade social, também conhecidas como algumas das chamadas “habilidades para o século XXI” (BACICH; HOLANDA, 2020, p. 57).

Os autores definem algumas etapas da ABP que podem ser implementadas nos projetos STEAM. Primeiro vem a definição de uma questão norteadora a partir de um problema real da comunidade, em seguida o processo de pesquisa a partir do problema e questão encontrados. Na sequência, ocorre o levantamento de ideias ou processo de *brainstorming*, momento que os alunos consideram possibilidades exequíveis para resolução do problema. Convém esclarecer que nenhuma ideia deve ser descartada, os alunos devem ser

protagonistas e os professores dão suporte durante o processo. Por fim, vem a construção de um produto final, um artefato desenvolvido utilizando diversas áreas de conhecimento, que possa resolver o problema definido pela questão norteadora (BACICH; HOLANDA, 2020).

A Cultura *Maker* é um movimento que pode ser inserido na Educação STEAM. Para Bacich e Holanda (2020, p. 107), ela “[...]está associada a expressões como “mão na massa” (*hands-on*), “faça você mesmo” (*do it yourself – DIY*) e “fabricação digital”. As autoras referem-se às práticas de realização de projetos de prototipação de equipamentos [...]”. O processo de desenvolver suas próprias soluções e artefatos, estimula a criação e a criatividade do aluno.

A avaliação na abordagem STEAM, poderá ser do tipo formativa, e acontece durante o desenvolvimento do projeto. Uma das formas de avaliação ocorre por rubricas, conforme a figura 2. O professor, em conjunto com os alunos, pode estabelecer critérios de avaliação e colocar escalas, além de fornecer feedbacks durante o processo de aprendizagem (BACICH; HOLANDA, 2020).

Figura 2 — Exemplo de Rubrica

Critérios	Níveis de desempenho			
	Ótimo	Muito bom	Bom	Regular
Planejamento	O planejamento do grupo é organizado, e todos os membros desempenham um papel.	O planejamento do grupo é organizado, e a maioria dos membros desempenha um papel.	O planejamento do grupo não é muito organizado, e alguns membros desempenham um papel.	Não é possível identificar um planejamento, e o papel dos membros do grupo não é claro.

Fonte: Bacich (2020, p. 213)

O professor, tanto para utilização de metodologias ativas como para inserir a abordagem STEAM na sala de aula, deve ter papel de mediador. Ele passa a ser também um *designer*, pois deve desenhar todo o percurso de aprendizagem a ser desenvolvido durante o projeto. Tudo precisa ser elaborado de forma intencional. A mudança de papel do educador, além das limitações do domínio de múltiplas áreas, são dificuldades encontradas para implementação da STEAM nos currículos e sala de aula. A criação de espaços de aprendizagem livres e não tradicionais também é um desafio, pois nesse formato o professor não é responsável apenas pela transmissão de conteúdo.

Para Honey, Pearson e Schweingruber (2014, p. 124), “[...] ter o conhecimento do conteúdo e as habilidades pedagógicas para ensinar STEM de forma integrada é apenas parte

do desafio da implementação”. Há a necessidade de ajustar os ambientes de aprendizagem e dar apoio aos educadores para desenvolver projetos que utilizam tecnologias. Além dos obstáculos enfrentados por escolas e professores, existe a dificuldade de oferecer um design instrucional que esteja alinhado ao desenvolvimento de projetos STEAM, logo, existem desafios conceituais e estruturais a serem superados.

Desse modo, a abordagem STEAM apresenta inúmeras possibilidades para desenvolvimento de projetos, nos quais o tamanho e propósito dependem das condições da escola e do domínio dos professores.

Como essa abordagem está pautada na integração de diversas áreas, na próxima subseção estão os conceitos de multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade com intuito de entender a importância entre as conexões das unidades de conhecimento.

2.3 A presença das conexões multidisciplinares, interdisciplinares ou transdisciplinares na Educação STEAM

Nesta subseção abordaremos as possíveis conexões entre as áreas STEAM que podem ser: multidisciplinar, interdisciplinar ou transdisciplinar. Ainda que a abordagem STEAM explore diferentes áreas, o nível de conexões entre elas é que determina se o projeto tem uma abordagem fragmentada (multidisciplinar), interdisciplinar ou holística (transdisciplinar). Pesquisas (YAKMAN, 2008; MAIA; ARAUJO, 2015; CANÇADO, 2014; MISELIUNAITE; KLIZIENE; CIBULSKAS, 2022) indicam que as conexões holísticas não são as mais desenvolvidas na escola.

Para Carlos (2007), o nível multidisciplinar é o mais presente na sala de aula, representa o primeiro nível de interação, nesse as disciplinas se unem em torno de uma temática, mas ainda em um nível fragmentado. Para o autor, existem níveis mais avançados de integração, como a interdisciplinaridade, no qual já ocorre um maior diálogo, cooperação e interação entre as disciplinas. Augusto *et al.*, (2024) complementam que professores costumam confundir a interdisciplinaridade com o de multidisciplinaridade.

A transdisciplinaridade representa uma Educação holística, uma integração complexa em um contexto amplo. O termo holístico vem de “holo” que significa inteiro, completo, é visto como uma filosofia educacional utópica (CANÇADO, 2014). Nessa Educação existe uma integração equilibrada entre o indivíduo e o mundo. Contudo, essa integralidade é complexa, e visto o currículo fragmentado das escolas. Segundo Maia e Araújo (2015),

difícilmente encontramos uma Educação Integral e Holística nas escolas. Yakman (2008), Miseliunaite, Kliziene e Cibulskas (2014) citam como exemplo o formato Montessori desse ensino para a totalidade.

A compreensão integrada das áreas é importante para a Educação STEAM e consta na pirâmide de Yakman (2008) para construir o caminho até a Educação Holística, topo da pirâmide (figura 1), mas para a autora precisamos ir além da multidisciplinaridade, definida por Carlos (2007, p. 2) como “[...]o primeiro nível de integração entre os conhecimentos disciplinares. Muitas das atividades e práticas de ensino nas escolas se enquadram nesse nível, o que não as invalida”. Todavia, viabilizar propostas que visam o ensino mais abrangente e que contemple a construção da visão de mundo e a integralidade está mais condizente com a aprendizagem do século XXI.

Bacich e Holanda (2020), é um erro comum criar projetos que utilizam as áreas de forma isolada, para os autores isso torna um projeto multidisciplinar. Escolher um tema e trabalhar diversas áreas não são suficientes para promover a conexão entre os conceitos. A escola promove esse trabalho, pois apresenta um currículo fragmentado, com disciplinas que não dialogam entre si. Cada conteúdo trabalha de forma isolada, sem uma comunicação eficiente entre eles. Fazenda (2008) destaca essa característica como um desafio para pôr em prática a interdisciplinaridade, para construção de saberes de modo menos compartimentado. A autora ainda afirma que a simples interação de duas ou mais disciplinas não é suficiente para a definição de interdisciplinaridade.

Fazenda (2008) reflete sobre os saberes segmentados, propondo uma comunicação entre eles. Para a autora, existe uma estagnação do sistema educativo que tende a apenas juntar disciplinas, ocorrendo um reducionismo no termo interdisciplinar. Fazenda (2008) afirma que a interdisciplinaridade é uma atitude, é o envolvimento de áreas de conhecimento em torno de um mesmo objeto, além de relacionar os saberes culturais, sociais, políticos e econômicos para construção de uma ponte entre a Ciência e a sociedade.

Os estudos sobre interdisciplinaridade revelam uma concepção polissêmica, ocorrendo algumas variações no seu sentido. Dessa maneira, D’Ambrósio (2005) busca relacionar os conceitos de inter e transdisciplinaridade. Para o autor, a interdisciplinaridade deu origem a novas áreas como o Eletromagnetismo e Físico-Química, por exemplo. Com a busca por conhecimento na modernidade visando também um domínio transcultural, o conceito de interdisciplinaridade passa a ser insuficiente gerando variações no seu conceito. Sobre a transdisciplinaridade o autor afirma que:

A abordagem transdisciplinar depende do domínio em diferentes níveis de proficiência, mas, necessariamente, de forma integrada, de várias áreas disciplinares, que vão desde as ciências cognitivas à epistemologia, história, política e várias outras reflexões teóricas de natureza disciplinar e interdisciplinar (D'AMBROSIO, 2005, p. 1).

Com isso, o autor observa que é necessário mais que a Ciência para explicar fenômenos da natureza, perpassando por áreas disciplinares não formais, aumentando assim, os níveis de proficiência dos alunos. As ideias de Fazenda e D'Ambrosio estão alinhadas aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (Brasil, 2000), quando destacam que a compartimentalização dos conteúdos não é suficiente para a Educação Moderna. Os PCN denotam a importância de integração articulada das ciências humanas, da natureza e ainda a tecnologia:

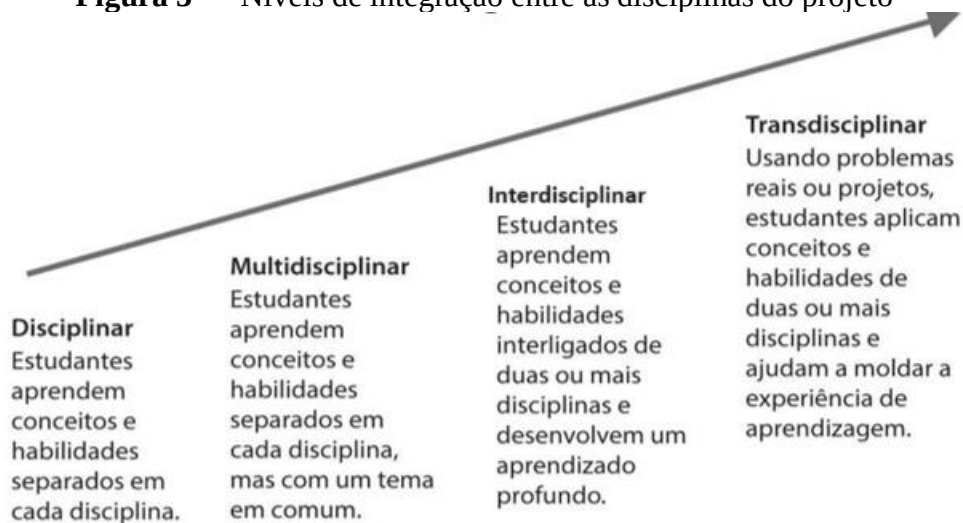
Através da organização curricular por áreas e da compreensão da concepção transdisciplinar e matricial, que articula as linguagens, a Filosofia, as ciências naturais e humanas e as tecnologias, pretendemos contribuir para que, gradativamente, se vá superando o tratamento estanque, compartimentalizado, que caracteriza o conhecimento escolar. A tendência atual, em todos os níveis de ensino, é analisar a realidade segmentada, sem desenvolver a compreensão dos múltiplos conhecimentos que se interpenetram e conformam determinados fenômenos. Para essa visão segmentada contribui o enfoque meramente disciplinar que, na nova proposta de reforma curricular, pretendemos superar pela perspectiva interdisciplinar e pela contextualização dos conhecimentos (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2000, p. 22).

Morin (2005) afirma que o termo transdisciplinaridade surge quando precisamos ir além, pois quando se utiliza a simples junção das áreas de conhecimento, uma disciplina busca se sobrepôr às demais, ocorrendo a fragmentação e falta de comunicação necessária para a construção do saber. Para o autor, “A ciência nunca teria sido ciência se não tivesse sido transdisciplinar” (MORIN, 2005, p. 135), pois, na história, as descobertas filosóficas, sociológicas ou psicológicas (empirismo, positivismo, pragmatismo, marxismo, freudismo) aconteceram por intermédio da união transdisciplinar, utilizando, por exemplo, conceitos teóricos-científicos e filosóficos.

Diante disso, a proposta da STEAM é fazer um currículo no qual as áreas de conhecimento, como as aulas de Matemática e Ciências, ocorram de maneira integrada, fazendo com que o aluno perceba a relação entre os elementos das disciplinas (PUGLIESE, 2020). Trazendo a perspectiva da interdisciplinaridade e até mesmo da transdisciplinaridade na concepção de Fazenda, a autora apresenta o conceito transdisciplinar como um dos mais altos níveis de relação de integração de conhecimentos (FAZENDA, 1991).

A figura 3 apresenta a relação entre as disciplinas em uma escala de integração. Observa-se que no primeiro nível, o disciplinar, o conhecimento é fragmentado de acordo com cada disciplina escolar que é abordada separadamente. No segundo nível, o multidisciplinar, os conteúdos continuam fragmentados, mas estão em torno de um tema comum. Na integração interdisciplinar, os alunos tendem a desenvolver uma aprendizagem mais profunda interligando disciplinas. Enquanto no último nível, o transdisciplinar, têm-se a presença de projetos que contenham problemas reais nos quais diversos conceitos e habilidades são conectados de forma que seja difícil perceber em que parte começa e termina cada disciplina, pois os conteúdos estão integrados para que se tenha uma melhor experiência de aprendizagem.

Figura 3 — Níveis de integração entre as disciplinas do projeto



Fonte: Bacich e Holanda (2020, p. 61)

Nesse contexto, têm-se que a abordagem STEAM é proveitosa para obter o caráter inter e transdisciplinar na sala de aula, pois esses apresentam um maior nível de interlocução entre as áreas. Maia, Carvalho e Appelt (2021) destacam que essa abordagem possui uma característica transdisciplinar. Os autores enfatizam que as práticas pedagógicas que envolvem as integrações interdisciplinares ou transdisciplinares da STEAM podem trazer uma visão holística, promovendo soluções criativas que estão alinhadas às competências importantes para os cidadãos do século XXI. Desenvolvendo de forma integrada, habilidades e conceitos necessários para resolução de problemas, propiciando ainda, a união de professores de diversas disciplinas.

Vicente (2017, p. 26) informa que “A aprendizagem STEAM é um modelo educacional que busca a integração e o desenvolvimento de disciplinas científico-técnicas e

artísticas em um único quadro interdisciplinar.” Assim, além de desenvolver o discente no campo científico, possibilita a utilização da tecnologia, o uso da arte, o desenvolvimento de habilidades no campo socioemocional, entre outros. Nota-se que os autores muitas vezes trazem o termo interdisciplinar e, em outros momentos, o termo transdisciplinar vinculado à STEAM. Apesar do termo escolhido pelos autores, o objetivo é diminuir a fragmentação entre as áreas, estabelecendo uma conexão entre elas.

Se a abordagem STEAM será inter, multi ou transdisciplinar vai depender do modo como as disciplinas serão interligadas no projeto abordado. Contudo, os autores Marques (2021) e Pires (2020) fortalecem que o caráter transdisciplinar pode ser promovido pela STEAM:

A abordagem mais utilizada no movimento STEAM é a transdisciplinaridade, a qual é empregada de forma holística através da apresentação de ideias abrangentes ou problemas relevantes para os estudantes. Para a resolução dos problemas, os estudantes se dividem em grupos para colaborar, investigar e projetar soluções para o problema apresentado. Para isso, é necessário a metodologia de aprendizagem baseada em projeto, a tecnologia para o desenvolvimento da criatividade e o desenho da solução e investigar em diferentes fontes, além da utilização das ciências, da tecnologia, da engenharia, da arte e da matemática de acordo com a demanda, e uma resolução colaborativa (MARQUES, 2021, p. 35).

O caminho STEAM, em nossa concepção, exige planejamento articulado, contextos significativos para os alunos, desafios na medida de suas potencialidades e de seus interesses, problematização, abertura para múltiplos caminhos e diferenciadas respostas, mediação constante, avaliação de processo. Envolve também leitura, pesquisa, registro, debates, trocas. É, sobretudo, um projeto em ação, e não uma atividade em ação. É um trabalho transdisciplinar (PIRES, 2020. p. 96).

Os autores Marques (2021) e Pires (2020) trazem em comum a ideia de a transdisciplinaridade estar presente na STEAM, cujo caráter do conhecimento ocorre de maneira plural, utilizando a experiência de vida do aluno para aplicá-la em projetos que envolvem e transformam sua realidade. A visão holística, que abrange a percepção do contexto no qual os estudantes estão inseridos integralmente, projetam o desenvolvimento de habilidades presentes nas disciplinas para que possam investigar e propor soluções diante das problemáticas presentes no seu cotidiano.

Destarte, a abordagem STEAM proporciona a associação entre diversas áreas, tendo como seu ponto forte o conceito multi, inter e até transdisciplinar embutido na sua proposta, isso aliado às metodologias como a Aprendizagem Baseada em Projetos e a Cultura *Maker*, possibilita o fortalecimento da construção de conhecimento, trazendo sentido para a exploração das relações humanas e científicas no contexto educacional.

Para haver sucesso no desenvolvimento dessa abordagem, é necessário investir na formação docente, tópico da próxima subseção.

2.4 Formação de professores para desenvolvimento da abordagem STEAM

Analizando historicamente a formação de professores, Saviani (2009) observa que as universidades, conforme o modelo da formação acadêmica proposto, não se preocupam com o pedagógico-didático, mas com os conteúdos específicos, isso ocorre nos cursos de licenciatura. Acadêmicos desses cursos têm um currículo formativo com carência nas práticas pedagógicas de ensino.

Além da carência formativa pedagógica, observamos que os cursos se preocupam mais com a teoria do que com a prática docente. Candau (2012, p. 245) reflete sobre como o processo de ensino encontra-se “desvinculados dos contextos socioculturais”. A autora destaca a importância da interculturalidade no âmbito educacional.

Diante disso, a formação continuada tem o objetivo de suprir as possíveis carências da formação inicial e atualizar os docentes sobre novas metodologias e abordagens de ensino. Sobre essa temática, Aguiar e Fischer (2012) afirmam que o professor deve complementar a sua docência de maneira reflexiva, testando novos métodos que contemplem a multimodalidade e a semiótica da nossa contemporaneidade.

Holanda (2020) reflete sobre a temática atual que é a Educação pautada pelo desenvolvimento de competências, esse tipo de ensino é estimulado pela BNCC, OCDE e Unesco. O autor reforça a importância da formação continuada, assim como a constituição de grupos de estudos para elaborar um processo de ensino e aprendizado mais crítico e de acordo com a Educação Moderna.

Nesse viés de uma Educação inovadora, Lemes (2020) infere que as novas propostas pedagógicas devem fazer o aluno aprender fazendo, para que assim se tenha uma aprendizagem atrativa e desafiadora. O autor destaca que os professores devem olhar para o currículo e traçar os conceitos de forma integrada, podendo fazer oficinas nas quais os alunos possam criar diversas soluções para um mesmo problema. Uma maneira de integrar os conhecimentos, áreas, habilidades e competências é a utilização da abordagem STEAM. Por outro lado, Oliveira (2024) afirma que a inclusão da abordagem STEAM nas escolas exige muito planejamento e investimento na formação continuada de professores.

Oliveira (2024) explica como pôr em prática a implementação da abordagem STEAM, a partir da formação de professores da rede municipal de Piracicaba, em São Paulo. O autor

pontua a necessidade de um embasamento teórico, mas principalmente o desenvolvimento de atividades práticas. Com isso, estimulavam-se os debates entre os docentes para a criação de projetos articulados. Destacou-se como a abordagem pode impactar de forma positiva a comunidade com projetos nos quais os alunos põem a mão na massa para resolver problemas locais.

Além da resistência dos professores às novas metodologias e abordagens, Oliveira (2024) aponta que outro desafio na implementação da abordagem STEAM é a falta de apoio. O autor enfatiza que o suporte de secretarias, gestão e de todos os sujeitos da Educação é fundamental para que ocorra a transformação da sala de aula em um local inovador e aberto à experimentação. O autor destacou que educadores e alunos prestaram relatos entusiasmados com o processo de ensino baseado em descobertas por intermédio de projetos práticos da Liga STEAM.

Nesse processo de criar atividades articuladas e interdisciplinares com a abordagem STEAM, Bacich e Holanda (2020) ponderam sobre as formas do educador adequar-se às mudanças curriculares que permitam a integração das áreas de conhecimento. Os autores primeiramente enfatizam sobre a importância da formação continuada, em seguida explicitam estratégias a serem seguidas na formação. Uma delas indica que os professores façam atividades de forma colaborativa, seguindo um ciclo de pesquisa com as seguintes etapas: 1) Definir o tema e problema a serem pesquisados; 2) Os Educadores aprofundam-se na temática por meio da imersão em materiais de pesquisa; 3) Ocorre o planejamento coletivo da unidade; 4) Observar uma aula de um professor específico, essa foi o foco do planejamento colaborativo; 5) Analisar a aula; 6) Discutir e aprimorar a aula. Esse método é chamado de *lesson study*. Para os autores, modelos que se assemelham com o apresentado podem favorecer a cocriação de atividades integradas.

Privilegiando o planejamento em grupo de uma atividade em comum, pode-se fortalecer a integração dos conteúdos. Sobre esse olhar, Lorenzin (2020) salienta que, no cotidiano o conhecimento não está fragmentado, afirmando que “[...] compreender o conhecimento compartimentado e linear significa representar a realidade em fragmentos” (LORENZIN, 2020, p. 251). Para a autora, o conhecimento colocado de forma compartimentada na sala de aula não abrange a complexidade do mundo tomado por uma rápida mudança impulsionado pela velocidade de informações. A autora denota a necessidade de transformação:

Manutenção *versus* transformação é a contradição que estabelece a oposição entre a manutenção da organização tradicional do ensino de ciências e sua transformação em uma proposta que, ao considerar a interdisciplinaridade e o desenvolvimento de projetos característicos da abordagem STEAM, coloca novas condições e regras para a atividade, desencadeando tensões entre os sujeitos e destes consigo no que diz respeito ao papel do professor, à organização do horário das aulas ou, ainda, à lógica disciplinar, por exemplo (LORENZIN; 2020, p. 266).

Lorenzin (2020) enfatiza que existe uma contradição entre manter a estrutura tradicional de ensino e optar por uma transformação. A Mudança busca uma conexão de conhecimentos estimulados pela interdisciplinaridade, para com isso, procurar dar conta da totalidade de informações presentes no cotidiano, reforçando que o “[...] ensino em componentes curriculares, com disciplinas separadas, conduz somente a um acúmulo de informações, o que é incompatível com a sociedade da informação” (LORENZIN, 2020, p. 251). Por outro lado, a autora informa que os desafios presentes nessa proposta, podem trazer tensões entre os sujeitos da Educação. Ao tentar enquadrar-se nos novos modelos de ensino, faz-se necessário uma mudança na rotina escolar já internalizada pelos docentes.

Para superar o desafio, Lorenzin (2020) aponta que o caminho é manter o diálogo e as reflexões entre os docentes, o trabalho coletivo na elaboração de atividades e o constante processo de aprendizagem do professor. Além disso, considerar o foco no aluno e criar movimentações de projetos que possam estabelecer o conhecimento aliado ao desenvolvimento de competências e habilidades. Sobre essa perspectiva, Yakman (2008) afirma que a estrutura de disciplinas é importante para ocorrer o aprofundamento de áreas específicas, porém, para que se tenha uma aprendizagem mais ampla, a contextualização também é importante.

Holanda (2020) concorda com os autores supracitados sobre a necessidade de elaborar atividades contextualizadas e interconectadas, complementando sobre a importância de manter um rigor científico. O autor exemplifica como o professor pode atuar dessa maneira: ao elaborar uma atividade da prototipação de uma catapulta, os alunos podem se aprofundar em conceitos científicos e matemáticos, mas apenas a construção não é suficiente para obtenção desses saberes. O papel do professor é incentivar a exploração dos conceitos embutidos na construção da catapulta, além de estimular a investigação, a experimentação, a análise de dados e elaborar as conexões entre as áreas juntamente com os alunos. Para isso, o docente, além de conhecer o aporte metodológico, precisa ter conhecimentos técnicos.

Para Andrade e Sartori (2018), o professor pode se tornar um *designer* de atividades baseadas em problemas e ser mediador em situações de aprendizagem bem formuladas. Para projetos STEAM, as autoras propõem seguir o processo de formação continuada de Donald

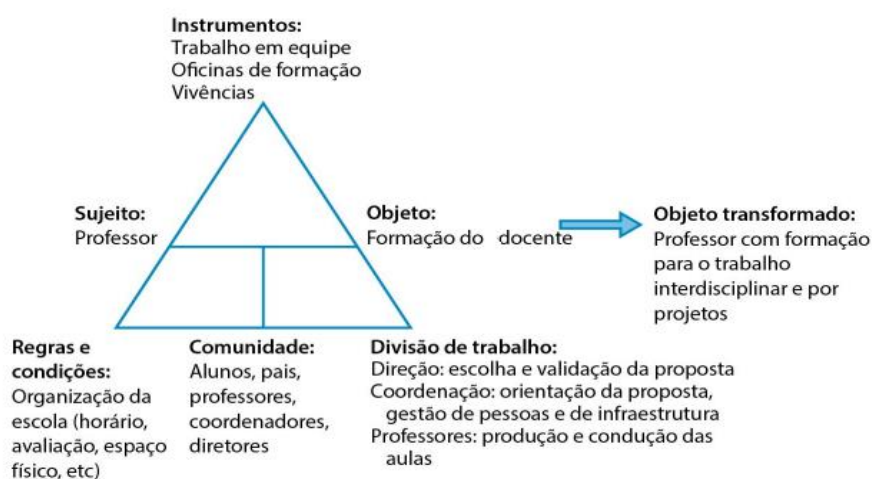
Schon, na qual as atividades são experimentadas primeiramente por professores, depois essa mesma vivência de atividades articuladas e práticas são repassadas para os alunos.

Além de atividades práticas e com conexão entre as áreas, a proposta STEAM contém, em sua essência, a necessidade de haver uma contextualização dessas com os interesses sociais e culturais do aluno. Sobre esse aspecto, Moreira e Candau (2007) afirmam que a falta de contexto pode conter risco de faltar sentido do conteúdo presente no currículo, ocorrendo as perdas das relações com o mundo real. O processo de contextualização cria uma identidade social, interesse e torna o ensino mais reflexivo.

Nesse contexto, Moreira e Candau (2007) denotam que professores e gestores devem compreender o conhecimento escolar e suas características próprias, porém, esse difere dos conhecimentos socialmente construídos. Para ocorrer uma aproximação desses saberes, deve haver uma descontextualização e na sequência uma recontextualização do conhecimento de referência, mas esse processo pode afetar o trabalho pedagógico. Os autores exemplificam com o ensino de Ciências, mostrando que o processo de investigação difere entre as práticas laboratoriais, que se aproximam mais do uso real, do que a utilização do livro didático.

Nesse viés de transformação curricular, o professor tem papel importante. De acordo com Lorenzin (2018), o currículo STEAM permite um espaço de “(trans)formação” dos docentes, mantendo o foco na organização de projetos interdisciplinares. A autora estruturou um esquema para a atividade do professor nesse contexto, presente na figura 4.

Figura 4— Atividade de aprendizagem do professor no desenvolvimento do currículo STEAM



Fonte: Lorenzin (2018, p. 386).

Para Lorenzin (2018), o sistema de atividades para professores da STEAM busca superar o paradigma do ensino tradicional, que colocam o professor como sujeito e o aluno como objeto de transformação. Faz parte dos instrumentos o trabalho em equipe, oficinas de formação e a vivência dos professores. Na base para o processo de mudança está a comunidade escolar, além das questões operacionais, estruturais e sistêmicas para o funcionamento educacional.

Não é uma tarefa fácil para o professor promover uma Educação inovadora, contextualizada e de acordo com a multimodalidade presente na sociedade de Informação. Aguiar e Fischer (2012) ponderam que:

[...] O professor buscará complementar seu agir docente, analisando-o crítica e reflexivamente, bem como testando novos métodos e abordagens de ensino, contemplando os textos multimodais de nossa contemporaneidade. Neste contexto, a Pedagogia dos Multiletramentos poderá ser estudada e analisada pelos professores, servindo como suporte teórico para a elaboração de atividades significativas de leitura e escrita em sala de aula (AGUIAR; FISCHER; 2012, p. 106).

Aguiar e Fischer (2012) trazem reflexões sobre como os multiletramentos podem ser utilizados como suporte técnico para as novas abordagens de ensino. No que versa essa temática, os autores destacam a importância do domínio de ferramentas digitais, que deve ser fortalecido pelo letramento do professor. O processo de globalização e do uso das tecnologias de informação influenciam os docentes a traçarem estratégias para enfrentar essa perspectiva.

Os multiletramentos são responsáveis por fazer um currículo sociocultural pautado na mudança social, atendendo às múltiplas demandas da sociedade contemporânea. Podendo assim, fazer com que educadores e alunos participem ativamente da mudança social. Desse modo, os professores não desprezam a realidade, podendo preparar melhor o aluno para viver de forma plena na sociedade. Esse é mais um recurso para que docentes complementem suas práticas docentes (AGUIAR; FISCHER; 2012).

Kieling, Antunes e Codinhoto (2021) corroboram sobre essa visão e afirmam que, para contemplar os desafios da contemporaneidade proporcionados pelo avanço das tecnologias digitais, surgem os (multi)letramentos. Os autores utilizam essa denominação para abranger os vários letramentos presentes na Educação formal. No entanto, existem diversas lacunas para que se construam espaços para o desenvolvimento desses (multi)letramentos, entre elas está a formação docente.

Espaços STEAM podem potencializar o desenvolvimento de alguns letramentos presentes nas suas áreas de conhecimento. Rusmansyah *et al.*, (2021) destacam que a

aprendizagem alinhada à abordagem STEAM tem potencial para ampliar habilidades para o letramento científico, no entanto, os autores ressaltam as limitações de recursos para que ocorra a aprendizagem nesse contexto. Com relação ao uso da tecnologia, Adeoye (2023) salienta a importância de desenvolver competências digitais dos professores, mas também existe uma limitação dessas competências para o ensino da STEAM.

Complementando esse olhar sobre a abertura de espaços para as vivências dos (multi) letramentos, Wang e Shi (2023) trazem reflexões sobre a importância da Matemática no currículo escolar, destacando a necessidade de utilizar abordagens que incentivem habilidades para abstração e resolução de problemas reais. Neste sentido, os autores apontam a abordagem STEAM como adequada para cumprir esses requisitos, desenvolvendo habilidades de letramentos nessa área.

Por outro lado, para que esses espaços de desenvolvimento das habilidades e competências supracitadas sejam criados, Sedlacek (2021) lista vários desafios referentes à metodologia internalizada pelas escolas e quanto à problemas estruturais. Por exemplo, desvincular a prática docente ao uso exclusivo dos livros didáticos, discorrer metodologias que proporcionem o protagonismo dos estudantes, incentivando, para isso, o desenvolvimento de projetos integradores. Além disso, deve-se superar problemas na infraestrutura das escolas, a falta de apoio e a carga horária excessiva, resultando em falta de tempo para o planejamento.

Com isso, na próxima seção observa-se o desenvolvimento de habilidades e competências para o século XXI, assim como para os letramentos e suas possíveis potencialidades para fortalecer os processos de ensino e aprendizagem.

3 DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES E COMPETÊNCIAS PARA O SÉCULO XXI A PARTIR DA PROMOÇÃO DOS MULTILETRAMENTOS

Os processos em contextos contemporâneos estão cada vez mais “inter/multi/transculturais e multissemióticos” (KIELING; ANTUNES; CODINHOTO, 2021, p. 300), nos direcionando para o ensino por competências e para o desenvolvimento de (multi)letramentos. Kieling, Antunes e Codinhoto (2021) usam esse termo para apontar os múltiplos espaços de aprendizagem. Nessa conjuntura, documentos nacionais como a BNCC e internacionais como a OCDE e UNESCO demonstram preocupação com o desenvolvimento dessas competências, apesar desse ensino também apresentar críticas (RICARDO, 2010).

De acordo com a BNCC “[...] Desde as décadas finais do século XX e ao longo deste início do século XXI, o foco no desenvolvimento de competências tem orientado a maioria dos Estados e Municípios brasileiros e diferentes países na construção de seus currículos” (BRASIL, 2018, p. 13).

Segundo a BNCC:

Competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho (BRASIL, 2018, p. 8).

Ainda no mesmo documento, [...] as habilidades expressam as aprendizagens essenciais que devem ser asseguradas aos alunos nos diferentes contextos escolares. Para tanto, elas são descritas de acordo com uma determinada estrutura [...] (BRASIL, 2018, p. 29). as habilidades são aprendizagens necessárias para desenvolver uma competência, essa exige demandas mais complexas.

O documento normativo orientado pela ONU, afirma a necessidade de estimular competências voltadas para a transformação da sociedade e para o bem comum. A BNCC traz competências gerais para as três etapas da Educação Básica. Já as habilidades, no documento, são formadas por verbos (processo cognitivo presente na habilidade), complemento (objeto do conhecimento) e modificadores (explicam o contexto) (BRASIL, 2018).

Apesar de parecerem sinônimos, a competência pode ser mais subjetiva enquanto a habilidade é mais tangível. Dante (2022) aponta, de maneira informal, que a competência é um conjunto de conhecimentos adquiridos que são necessários para efetuar alguma atividade cotidiana. Já a habilidade, segundo o autor, é determinada como uma aptidão para efetuar uma

atividade. Um exemplo prático é que uma pessoa pode ser um motorista competente e ter a habilidade de fazer uma baliza.

A Unesco propõe uma Educação para Cidadania Global (ECG) visando preparar os alunos para os desafios do século XXI e promover conhecimentos para além dos conteúdos. “A ECG é um marco paradigmático que sintetiza o modo como a educação pode desenvolver conhecimentos, habilidades, valores e atitudes de que os alunos precisam para assegurar um mundo mais justo, pacífico, tolerante, inclusivo, seguro e sustentável.” (UNESCO, 2015, p. 9). Assim, propõe que o aluno deste século estude para que haja a promoção da equidade, da transformação social e de um mundo melhor e reconhece o papel da Educação na construção desse mundo mais igualitário em termos de direitos, justiça, assim como na questão da sustentabilidade.

A ECG reconhece a importância de saber lidar com problemas socioeconômicos, políticos, ambientais e culturais. Ademais, a Unesco e a OCDE complementam sobre como os alunos devem administrar os problemas de cunhos socioemocionais. A Educação do século XXI deve ser inovadora e transformadora no âmbito social. Para que isso ocorra, deve haver uma parceria entre a Educação formal e informal, aplicando novos formatos e metodologias (UNESCO, 2015).

Um dos princípios da Educação para a Cidadania Global é “estimular alunos a analisar criticamente questões da vida real e a identificar possíveis soluções de forma criativa e inovadora” (UNESCO, 2015, p. 16). Observa-se que essa aplicação de solução de problemas usando a criatividade e inovação, a preocupação com conceitos de cidadanias estão alinhadas à prática do letramento, que será exposto nas próximas subseções. A abordagem STEAM também segue essa proposta de estimular o uso de situações reais por intermédio da integração das áreas de conhecimentos do seu acrônimo. Sobre isso, Pugliesi afirma que:

[...] associação com o universo do mercado de trabalho, estabelecendo atividades que de alguma forma simulem situações reais do mundo profissional, questões de empreendedorismo e inovação, o que justifica também a relação íntima do movimento STEM education com currículos por competências ou associados às chamadas habilidades do século XXI [...] (PUGLIESE, 2020, p. 37).

Como exposto, no mundo tecnológico, competitivo e globalizado, essas competências e habilidades do século XXI são úteis para vida do aluno assim como para o mercado de trabalho, suprimindo as necessidades contemporâneas. De acordo com a National Education Association (NEA), tais habilidades são: pensamento crítico e resolução de problemas; comunicação; colaboração; criatividade e inovação. Em Inglês, é denominado por quatro C's

devido a sua tradução (critical thinking and problem, communication, collaboration, creativity and innovation). Essas podem colaborar para que os alunos alcancem seu pleno potencial (NEA, 2014).

As habilidades devem complementar as disciplinas, que na Educação tradicional, tinha como foco a leitura, escrita e aritmética, porém, no mundo atual é necessário ir além. Os alunos devem ter também o domínio de línguas estrangeiras, dos quatro C's, tecnológico e das competências socioemocionais, deixando uma tarefa difícil de assumir pela escola e professores, pois esses estão habituados com o ensino convencional.

Para suprir as lacunas necessárias para o mundo globalizado, a Associação Nacional de Educação Americana leva em consideração o desenvolvimento de letramentos necessários para o mundo contemporâneo. O documento aponta para os letramentos: tecnológico, cívico ou para cidadania, financeiro e ambiental. Adaptando para a literatura brasileira podemos utilizar o letramento digital, científico e matemático como importantes habilidades e competências para o século atual (NEA, 2014).

Assim, como os documentos internacionais, a BNCC também possui uma inquietação em como aplicar os conhecimentos no seu contexto sociocultural. De acordo com o documento, as experiências, a investigação, a pesquisa, a aplicação dos conhecimentos científicos e matemáticos podem e devem ser aplicados no cotidiano. Para isso, as escolas devem criar oportunidades para ampliar o conhecimento do mundo físico e sociocultural. O documento formativo brasileiro propõe um compromisso com a Educação integral, convocando todos os atores do processo educativo a contribuir na formação e “desenvolvimento humano global” de cidadãos criativos, analítico-críticos, participativos, colaborativos e resilientes (BRASIL, 2018).

Diante deste contexto, observa-se a importância de desenvolver os multiletramentos, devido à necessidade de novas demandas e proficiências que devem ser atendidas no mundo contemporâneo. Assim, um grupo de 10 autores ingleses, denominado *New London Group*, desenvolveram uma obra chamada de “Pedagogia do Multiletramento”, em 1996. Esse livro, de acordo com Ribeiro (2020), ecoou por diversos artigos, dissertações, teses e até na BNCC.

Na Pedagogia do Multiletramento, a Educação proposta para o século XXI deve estar “[...] preocupada com o futuro de jovens do mundo inteiro, considerando ambientes de aprendizagem multiculturais, multilinguísticos e multimidiáticos” (CAZDEN *et al.*, 2021). A obra está alinhada à Unesco e aponta para a importância do indivíduo ser letrado funcional, podendo assim, atender as demandas sociais.

Apesar da Educação para as competências serem considerada moderna e atual, Ricardo (2010) destaca que as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) teceram críticas, principalmente no que se refere a essa compreensão das competências e se essas eram uma subordinação da escola para que o aluno ingresse ao mercado de trabalho, o autor debate se essa é uma necessidade para qualificação ao mercado de trabalho.

Por outro lado, a relação do século vigente com as mudanças e para “garantir que todos os estudantes se beneficiem da aprendizagem de maneira a lhes permitir a ampla participação nas esferas da vida pública, econômica e comunitária.” Desenvolver habilidades e competências podem influenciar práticas que darão aos estudantes as habilidades e o saber necessários para alcançar seus objetivos (CAZDEN *et al.*, 2021, p. 13). Com isso, nas próximas subseções serão abordados os multiletramentos e, em especial, os letramentos científico, digital e matemático.

3.1 Multiletramentos

Na literatura inglesa utiliza-se o termo *literacy*, cuja tradução significa alfabetização ou letramento, porém os dois vocábulos podem possuir denominações e atribuições diferentes. Soares (2009, p. 39) evidencia a diferença e aponta para o caráter social do letramento:

Um indivíduo alfabetizado não é necessariamente um indivíduo letrado; alfabetizado é aquele indivíduo que sabe ler e escrever; já o indivíduo letrado, o indivíduo que vive em estado de letramento, é não só aquele que sabe ler e escrever, mas aquele que usa socialmente a leitura e a escrita, pratica a leitura e a escrita, responde adequadamente às demandas sociais de leitura e de escrita.

A proposta de Soares (2009) para diferenciar o indivíduo letrado do alfabetizado pode ser utilizada em várias vertentes, partindo da concepção que o letramento vai além de saber ler e escrever, mas aplicar o aprendizado adquirido na leitura e escrita para as diversas práticas cotidianas e sociais, infere-se que o domínio pleno da linguagem pode ser usado em múltiplos conhecimentos, como por exemplo, o matemático, o científico, o tecnológico, entre outros.

Kleiman (2008) corrobora com Soares (2009) quanto à aplicação social do letramento. De acordo com a autora, os estudos do Letramento “[...] defendem uma concepção pluralista e multicultural das práticas de uso da língua escrita” (KLEIMAN, 2008, p. 490). A autora,

assim como Soares (2009), aponta o letramento como uma aplicação da leitura e escrita aliada às práticas sociais.

Desse modo, o letramento vai além de ler e escrever ou do processo de decodificação de símbolos. O indivíduo letrado gera impacto do seu comportamento na sociedade, na política, na cultura e na economia. A prática social está relacionada ao letramento e com ele ocorre o desenvolvimento do papel de cidadão, em sua plenitude.

Rojo (2013) complementa sobre os letramentos que emergem na sociedade contemporânea vinculados à Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) e as novas ferramentas de caráter multimodal. O conceito de multiletramento, de acordo com a autora, aponta para a “multiplicidade cultural das populações e a multiplicidade semiótica de constituição dos textos por meio dos quais ela se informa e se comunica” (ROJO, 2013, p. 13). Isso significa que a apropriação cultural, os textos ou imagens em múltiplas plataformas são inerentes ao multiletramento.

O *New London Group* (1996), em um manifesto sobre os letramentos, cunhou o termo multiletramento enfatizando a multiplicidade linguística e cultural, diferindo conforme o contexto em que se está inserido. De acordo com os autores do manifesto, Cadzen *et. al* (1996, p. 64), o multiletramento está relacionado com a “diversidade local e conectividade global”. Com a globalização, a pluralidade cultural e de informações que circulam, a comunicação extrapola a função de interpretar a linguagem, usa-se modos de representação mais amplos, tendo efeito nos campos cognitivos, culturais e sociais. Ainda para o grupo o multiletramento:

[..] apresenta uma visão teórica das conexões entre o ambiente social em mudança enfrentado por alunos e professores e uma nova abordagem para a pedagogia do letramento que eles chamam de "multiletramentos". Os autores argumentam que a multiplicidade de canais de comunicação e o aumento da diversidade cultural e linguística no mundo atual exigem uma visão muito mais ampla do letramento do que a retratada pelas abordagens tradicionais baseadas na linguagem. Os multiletramentos, de acordo com os autores, superam as limitações das abordagens tradicionais, enfatizando como negociar as múltiplas diferenças linguísticas e culturais em nossa sociedade é fundamental para a pragmática da vida profissional, cívica e privada dos alunos (NEW LONDON GROUP, 1996, n.p).

Pode-se inferir que o multiletramento corresponde aos diversos letramentos presentes na sociedade atual que requer múltiplas competências e habilidades dos indivíduos. Esse estudo explora os letramentos científico, digital e matemático. O PISA, a BNCC, a Unesco e o CIEB trazem as definições desses letramentos, conforme o quadro 1:

Quadro 1— Definições dos letramentos

Documentos nacionais e internacionais	DEFINIÇÕES DOS LETRAMENTOS		
	Científico	Digital	Matemático
OCDE/ PISA	“Conhecimento científico de um indivíduo e uso desse conhecimento para identificar perguntas, adquirir novos conhecimentos, explicar fenômenos científicos e tirar conclusões baseadas em evidências sobre questões relacionadas à ciência, compreensão das características da ciência como uma forma de conhecimento e investigação humana, conscientização de como a ciência e a tecnologia moldam nossos ambientes material, intelectual e cultural, e disposição para se envolver em questões relacionadas à ciência e com as ideias da ciência como um cidadão reflexivo” (OCDE, 2006, p. 12)	“Fornecer aos alunos dispositivos digitais conectados à Internet não é suficiente para garantir que eles se tornem proficientes em letramento digital e, ao mesmo tempo, evita riscos <i>on-line</i>, como desinformação ou violação de privacidade. [...] Oferecer oportunidades iguais para aprender habilidades digitais na escola e reduzir os riscos <i>on-line</i> não são apenas benéfico para todos os alunos, mas também pode ajudar a mitigar algumas das lacunas de aprendizado [...] resultado da exclusão digital” (OCDE, 2021, p. 43).	“A capacidade de um indivíduo para identificar e compreender o papel que Matemática no mundo, fazer julgamentos bem fundamentados, usar e se envolver com a Matemática de maneira que atenda às necessidades da vida desse indivíduo de forma construtiva, preocupada e reflexiva” (OCDE, 2006, p. 12).
BNCC	“Envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências” (BRASIL, 2018, p. 321).	É componente da cultura digital, que segundo a BNCC “envolve aprendizagens voltadas a uma participação mais consciente e democrática por meio das tecnologias digitais, o que supõe a compreensão dos impactos da revolução digital e dos avanços do mundo digital na sociedade contemporânea, a construção de uma atitude crítica, ética e responsável em relação à multiplicidade de ofertas midiáticas e digitais, aos usos possíveis das diferentes tecnologias e aos conteúdos por elas veiculados, e, também, à fluência no uso da tecnologia digital para expressão de soluções e manifestações culturais de forma contextualizada e crítica” (BRASIL, 2018, p.	“definido como as competências e habilidades de raciocinar, representar, comunicar e argumentar matematicamente, de modo a favorecer o estabelecimento de conjecturas, a formulação e a resolução de problemas em uma variedade de contextos, utilizando conceitos, procedimentos, fatos e ferramentas matemáticas. É também o letramento matemático que assegura aos alunos reconhecer que os conhecimentos matemáticos são fundamentais para a compreensão e a atuação no mundo e perceber o caráter de jogo intelectual da matemática, como aspecto que favorece o desenvolvimento

		474).	do raciocínio lógico e crítico, estimula a investigação e pode ser prazeroso (fruição)” (BRASIL, 2018, p. 266).
UNESCO	“Visa que a população em geral, busque transmitir o modo de pensar científico, equipar as pessoas para abordar problemas de uma perspectiva analítica. A abordagem de aprendizagem baseada na investigação defendida pela Unesco ensina às crianças o método científico, que depende da observação, medição e experimentação. Os alunos aprendem a formular hipóteses que depois testam e ajustam à luz dos resultados da sua experiência” (UNESCO, 2021, p. 18).	“A capacidade de usar tecnologia digital, comunicação, ferramentas ou redes para localizar, avaliar, usar e criar em formação. Também se refere à capacidade de compreender e usar informações em vários formatos de uma ampla variedade de fontes quando apresentados via computadores, ou para capacidade de uma pessoa para executar tarefas de forma eficaz em um ambiente digital” (UNESCO, 2013, p. 147).	“[...] O letramento matemático deve, em especial, permitir que os indivíduos compreendam, analisem e critiquem os múltiplos dados cuja apresentação utiliza sistemas de representação diversos e complexos, numéricos, simbólicos e gráficos, e outras interações. Esse letramento deve permitir que eles realizem escolhas racionais, fundamentadas na compreensão, na modelagem, na predição e no controle de seus efeitos, diante de situações inéditas e muitas vezes cheias de incertezas. Portanto, é essencial, principalmente, que todos os indivíduos aprendam a se referir a esse mundo e a agir, familiarizando-se com a diversidade dos modos de representação que são utilizados nele. Também é importante que os indivíduos sejam progressivamente familiarizados com os modos de pensamento probabilístico e estatístico, que são necessários para colocar a matemática a serviço da compreensão de inúmeros fenômenos que, nas ciências e na vida social, trazem incerteza e risco” (UNESCO, 2016, p. 14).

Fonte: Elaborado a partir de OCDE (2006), Brasil (2018) e UNESCO (2016)

Tendo em vista como os documentos e órgãos nacionais e internacionais dão destaque às definições dos letramentos e estimulam os seus desenvolvimentos como forma de ter uma ação efetiva como cidadão consciente numa sociedade moderna, faz-se necessário propor uma ação pedagógica que explore os multiletramentos.

Honey, Pearson e Schweingruber (2014) definiram *STEM Literacy* como habilidades de: compreender o papel das Ciências, Tecnologia e Matemática na sociedade contemporânea; entender conceitos fundamentais das áreas do conhecimento da abordagem;

ter fluência e saber aplicar conteúdos científicos tecnológicos básicos; e saber utilizar operações matemáticas relevantes para o cotidiano.

Ampliando o entendimento de *STEM literacy*, para o conceito da abordagem STEAM, entendendo as práticas STEAM como proposta de integrar as áreas que podem criar conexões de maneira a explorar os letramentos, encontram-se nas próximas subseções os letramentos: científico, digital e matemático, assim como suas implicações no ensino e sociedade.

Na próxima subseção apresenta-se o letramento científico.

3.1.1 Letramento Científico

A preocupação com a Educação Científica ganhou destaque nos Estados Unidos na década de 1950, quando houve a corrida científica e tecnológica, já no Brasil, a partir dos anos de 1970, teve início o desenvolvimento de pesquisas, de forma efetiva, na área das Ciências, consolidando-se nas próximas décadas (SANTOS, 2007). Em 1989, a Associação Americana para o Avanço da Ciência (AAAS), estabeleceu em um simpósio, critérios para o letramento científico funcional como “nível de compreensão da ciência e tecnologia necessário para funcionar minimamente como cidadãos e consumidores em nossa sociedade” (SHAMOS, 1995, p. 87).

Em vista disso, podemos observar que o letramento científico (LC) possui um significado mais amplo que a alfabetização científica por ter caráter social (SANTOS, 2007). O LC envolve além da leitura e escrita científica, mas a aplicação e interpretação dos conhecimentos em práticas cotidianas, tais quais: leituras de bulas de remédio, uso racional de recursos, interpretação de faturas, combate a epidemias e pandemias, incentivo à vacinação, entre outros (SANTANA; SILVA; FREITAS, 2021).

Chassot (2003) sinaliza como os indivíduos letrados cientificamente possuem uma leitura de mundo e podem transformá-lo de forma benéfica, além de identificar a escola como um local ideal para disseminação do conhecimento, e assim também para a construção do saber científico. O autor ainda destaca a importância do estímulo da educação científica no ensino fundamental, passando pelo ensino médio até o ensino superior.

Shamos (1995) considera três níveis de letramento científico: o cultural, o funcional e o propriamente dito ou verdadeiro (em tradução livre). O LC cultural é o mais simples, referente à compreensão de informações básicas, inclusão de termos científicos e interpretação lexical. Esse é um letramento inicial, porém não é suficiente. O LC funcional é mais fundamentado e possui um maior aprofundamento que o cultural. Com o LC funcional,

além da leitura é possível interpretar, entender e contextualizar as informações de forma coerente. Com esse letramento pode-se conversar sobre o sistema solar, efeito estufa, o papel do DNA entre outros assuntos.

E por fim, na concepção de Shamos (1995) têm-se o LC verdadeiro, nesse letramento observa-se o entendimento de conceitos consolidados e fundamentais da Ciência, o como e o porquê desses conceitos. Reconhece-se o papel experimental da Ciência, da investigação científica, a dedução, a lógica e as evidências, obtendo o pensamento crítico.

Para o autor é difícil alcançar o último nível de letramento, o verdadeiro ou propriamente dito, porém Shamos (1995) ressalta que o LC ocorre em um patamar que não seja necessário habilidades matemáticas e científicas avançadas, nem que ocorra a apropriação de uma riqueza em teorias e conceitos, mas que o indivíduo seja capaz de participar de processos democráticos, resolvendo problemas sociais baseados na Ciência, em uma sociedade esclarecida e atuante para a promoção da boa cidadania (SHAMOS, 1995).

No Brasil, o Instituto Abramundo juntamente com Instituto Paulo Montenegro, o IBOPE, e a ONG Ação Educativa propõe um indicador de letramento científico (ILC), como forma de mensurar os níveis do LC, a iniciativa surge após a experiência do instituto com o Indicador de Alfabetismo Funcional (INAF). O ILC mede quatro níveis de letramento: nível 1 (letramento científico ausente), nível 2 (letramento científico elementar), nível 3 (letramento científico básico) e nível 4 (letramento científico proficiente) (ABC, 2014). Os níveis do ILC podem ser verificados na figura 5.

Figura 5— Níveis do índice de letramento científico

Níveis da escala de proficiência:	
Nível 1 - Letramento Não Científico	Localiza, em contextos cotidianos, informações explícitas em textos simples (tabelas ou gráficos, textos curtos) envolvendo temas do cotidiano (consumo de energia em conta de luz, dosagem em bula de remédio, identificação de riscos imediatos à saúde), sem a exigência de domínio de conhecimentos científicos.
Nível 2 - Letramento Científico Rudimentar	Resolve problemas que envolvam a interpretação e a comparação de informações e conhecimentos científicos básicos, apresentados em textos diversos (tabelas e gráficos com mais de duas variáveis, imagens, rótulos), envolvendo temáticas presentes no cotidiano (benefícios ou riscos à saúde, adequações de soluções ambientais).
Nível 3 - Letramento Científico Básico	Elabora propostas de resolução de problemas de maior complexidade a partir de evidências científicas em textos técnicos e/ou científicos (manuais, esquemas, infográficos, conjunto de tabelas) estabelecendo relações intertextuais em diferentes contextos.
Nível 4 - Letramento Científico Proficiente	Avalia propostas e afirmações que exigem o domínio de conceitos e termos científicos em situações envolvendo contextos diversos (cotidianos ou científicos). Elabora argumentos sobre a confiabilidade ou veracidade de hipóteses formuladas. Demonstra domínio do uso de unidades de medida e conhece questões relacionadas ao meio ambiente, à saúde, astronomia ou genética.

Fonte: relatório executivo IBLC (2014, p. 15).

O ILC através de situações no cotidiano busca resolver problemas envolvendo as seguintes dimensões: o domínio da linguagem, os saberes práticos e visões de mundo (IBLC, 2014). O índice está em acordo com o estabelecido pela BNCC, que aborda sobre como o LC traz a capacidade de interpretação do mundo natural, assim como a resolução de problemas do cotidiano utilizando procedimento científicos, o documento ainda salienta que:

[...] poucas pessoas aplicam os conhecimentos e procedimentos científicos na resolução de seus problemas cotidianos (como estimar o consumo de energia de aparelhos elétricos a partir de suas especificações técnicas, ler e interpretar rótulos de alimentos, entre outros.). Tal constatação corrobora a necessidade de a Educação Básica – em especial, a área de Ciências da Natureza – comprometer-se com o letramento científico da população (BRASIL, 2018, p. 547).

Com isso, vale ressaltar a importância do LC para além do entendimento das Ciências Naturais, e traz relevância dentro da atualidade no combate às *fake news* ou informações falsas, assim como a Ciência Alternativa que vem se propagando com rapidez por intermédio das mídias, durante os últimos anos.

Bonney (2018) afirma que o LC é capaz de oferecer aos alunos uma oportunidade de avaliar criticamente informações científicas que são controversas. Propondo observar evidências, verificar fontes e perceber informações distorcidas que podem oferecer riscos à população, como é o caso das informações falsas a respeito da vacinação.

Destarte, a abordagem STEAM, por meio da letra S que representa a Ciência, é capaz de promover e potencializar o LC como pontua Bacich e Holanda (2020), estimulando as práticas de investigação e de experimentação, essas também são orientadas e incentivadas pela BNCC. Os autores refletem sobre o papel da Ciência na escola de forma que fortalecer o LC reforcem as capacidades cognitivas, fomentando atividades que propõem a resolução de problemas. Os autores propõem oferecer uma nova concepção para o ensino de Ciências, no qual os métodos expositivos são substituídos por métodos ativos e a comunidade escolar é envolvida em práticas da Aprendizagem Baseada em projetos, fazendo com que a Ciência tome um novo sentido e seja descoberta sua utilização nas diversas esferas da nossa realidade.

Desse modo, a construção do conhecimento científico relacionado aos aspectos políticos, sociais, econômicos e culturais, abordados por meio do campo investigativo, promove na Educação Básica o desenvolvimento de habilidades, tais como a argumentação, favorecendo a construção do conhecimento a partir de uma visão crítica sobre a Ciência. A tecnologia também é um campo científico abordado na próxima subseção, com o letramento digital.

3.1.2 Letramento Digital

Na contemporaneidade, no qual o processo de leitura e escrita podem ser mediados pelas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), formar cidadãos preparados para o mundo tecnológico é um desafio para a Educação. O impacto causado pela inserção da tecnologia em diversos setores da sociedade provoca mudanças que devem ser incorporadas na rotina escolar.

Em vista disso, o letramento na concepção de Soares (2009, p. 47) é o “estado ou condição de quem não apenas sabe ler e escrever, mas cultiva as práticas sociais que usam a escrita”, no aspecto digital, também envolve mais que leitura e escrita das telas, compreende a apropriação da tecnologia em uma concepção sociocultural. Para Buzato (2006), os letramentos digitais são:

[...] redes de letramentos (práticas sociais) que se apoiam, entrelaçam, e apropriam mútua e continuamente por meio de dispositivos digitais (computadores, celulares, aparelhos de TV digital, entre outros) para finalidades específicas, tanto em contextos socioculturais limitados fisicamente, quanto naqueles denominados *on-line*, construídos pela interação social mediada eletronicamente (BUZATO, 2006, p. 16).

Buzato (2006) enfatiza a diferença de alfabetização para letramento também no âmbito digital, quando afirma que não se pode denominar ou categorizar um indivíduo como "analfabeto digital" no momento em que ele tiver a habilidade de ler a interface de um computador, mesmo que não tenha o domínio da máquina.

Com o letramento digital (LD) espera-se que alunos e professores, assim como cidadãos em geral, apoderem-se mais do que a leitura de símbolos e códigos *on-line*, mas também que ocorra a apropriação das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), para que o indivíduo “[...] domine os diferentes "gêneros digitais" que estão sendo construídos sócio historicamente nas diversas esferas de atividade social em que as TIC são utilizadas para a comunicação” (BUZATO, 2006, p. 8). Podendo assim, utilizar as tecnologias de forma eficiente no seu cotidiano e em diferentes contextos.

Com a convergência digital, têm-se a integração de dispositivos como: telefones, câmeras fotográficas e televisores. Esses, deixaram de ser analógicos e passaram a ser digitais. Tarefas do cotidiano como as transações bancárias também foram afetadas, com isso o número de agências e operações presenciais têm diminuído, passando a existir bancos inteiramente digitais e transações que podem ser resolvidas com acesso ao *smartphone* e à

Internet. Para Pereira (2011), a convergência digital possibilita, com mais facilidade, o acesso à informação, pois existe uma integração e comunicação entre os diversos dispositivos na rede digital.

No contexto escolar, Coscarelli (2011) reflete sobre como aspectos da tecnologia podem ser úteis para a Educação, porém como a escola e os professores utilizam as ferramentas tecnológicas faz toda a diferença. A simples transferência do conteúdo, antes colocado na lousa, e agora numa projeção do *PowerPoint* não traduz no uso pleno da tecnologia, nem na promoção do LD. O primeiro passo é o professor conhecer e dominar os recursos para poder utilizá-los com os alunos de modo que ambos tenham autonomia.

Perante o exposto, observa-se a importância da inclusão digital. Tornar acessíveis as tecnologias disponíveis é uma recomendação da BNCC, o documento normativo aponta a promoção do letramento digital como ferramenta para essa inclusão. A BNCC contempla competências e habilidades relacionadas ao uso das tecnologias de forma crítica, incorporando-as na Educação como meio de construção de conhecimento (BRASIL, 2022).

Para dar suporte à introdução da utilização das TIC de forma ativa na escola, o Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB) propõe um currículo com eixos que se dividem em: cultura digital (letramento digital; cidadania digital; e tecnologia e sociedade); tecnologia digital (representação de dados; hardware e software; e comunicação e redes) e pensamento computacional (abstração; algoritmo; decomposição; e reconhecimento de padrões). A figura 6 mostra os eixos e habilidades do currículo:

Figura 6 — Currículo de Referência em Tecnologia e Computação (Ensino Infantil e Fundamental)



Fonte: CIEB (2018).

Dentro da proposta do CIEB, docentes devem refletir sobre o uso das TIC, pois “[...] cabe aos professores trabalharem também conceitos relacionados a segurança na rede, *cyberbullying*, checagem de fatos (com ênfase nas *fake news*) e informações; além do uso da tecnologia como ferramenta de construção e compartilhamento de conhecimentos” (BRASIL, 2022).

Correlacionado as dimensões do currículo proposto pela CIEB e a BNCC, esse último em diálogo com as competências gerais, define o Pensamento Computacional (PC), que é uma habilidade importante no campo tecnológico e matemático, como uma habilidade que “envolve as capacidades de compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções, de forma metódica e sistemática, por meio do desenvolvimento de algoritmos” (BRASIL, 2018, p. 474).

Ainda acerca do Pensamento Computacional, além da definição das capacidades expostas pela BNCC (analisar, modelar, comparar, decompor e automatizar problemas), no currículo do CIEB têm-se que o PC refere-se a:

Reconhecimento de Padrões: Trabalha a identificação de características comuns entre os problemas e suas soluções. Ao se realizar a decomposição de um problema complexo, seguidamente se encontram padrões entre os subproblemas gerados, os quais podem ser explorados para que se encontre uma solução mais eficiente.

Decomposição: Trabalha o processo que divide os problemas em partes menores para facilitar a resolução. Compreende também a análise dos problemas para identificar as partes que podem ser separadas e formas como podem ser reconstituídas para solucionar o problema como um todo, ajudando a aumentar a atenção aos detalhes.

Algoritmos: Trabalha a estratégia ou o conjunto de instruções claras e necessárias, ordenadas para a solução de um problema. Em um algoritmo, as instruções podem ser escritas em formato de diagrama, pseudocódigo (linguagem humana) ou em linguagem de programação.

Abstração: A abstração envolve a filtragem e classificação dos dados, criando mecanismos que permitem separar apenas os elementos essenciais em determinado problema. Também envolve formas de organizar informações em estruturas que possam auxiliar na resolução de problemas (CIEB, 2018, n.p).

O currículo da CIEB (2018) é estruturado pela Sociedade Brasileira de Computação (SBC). Os eixos referentes à computação (Pensamento Computacional, Mundo Digital e Cultura Digital) são responsáveis por aproximar as pessoas das transformações digitais promovidas pelo grande fluxo de informações (SBC, 2017). Desse modo, precisa-se de novas habilidades cognitivas, nesse contexto o PC auxilia na sistematização, análise e resolução de problemas. Para abranger essa mudança, diversos países adotam o pensamento computacional na Educação Básica, em conjunto com a programação e o letramento digital

(VALENTE, 2016). O PC, no contexto do letramento digital, funciona como meio de um conjunto de capacidades cognitivas para instrumentalizar o uso de recursos computacionais (CONFORTO *et al.*, 2018).

Continuando sobre os eixos do currículo de inovação propostos pela CIEB (2018), têm-se a tecnologia digital, no qual a BNCC aponta as seguintes habilidades e competências: busca de dados de forma crítica para analisar os riscos envolvendo também a ética; aprimoramento das linguagens digitais para exploração e produção de mídias; o estímulo ao uso de artefatos digitais como softwares e aplicativos; busca de soluções de problemas do cotidiano explorando as potencialidades das tecnologias (BRASIL, 2018).

Além disso, a BNCC possui um complemento ao documento normativo de 2018, a resolução de 2022 define as diretrizes da Computação na Educação Básica. O complemento traz Competências, Habilidades e Conhecimentos específicos em Computação, e, assim, os alunos abordariam os conteúdos na base comum de maneira transversal (BRASIL, 2022).

Por fim, o último eixo referente à cultura digital está intrinsecamente relacionado aos jovens, tanto como consumidores quanto protagonistas, assim como nas atividades cotidianas. Também está ligada a outras áreas de conhecimento e ao mundo do trabalho e surge devido às mudanças na sociedade (BRASIL, 2018). Sobre a cultura digital a BNCC afirma que:

[...] envolve aprendizagens voltadas a uma participação mais consciente e democrática por meio das tecnologias digitais, o que supõe a compreensão dos impactos da revolução digital e dos avanços do mundo digital na sociedade contemporânea, a construção de uma atitude crítica, ética e responsável em relação à multiplicidade de ofertas midiáticas e digitais, aos usos possíveis das diferentes tecnologias e aos conteúdos por elas veiculados, e, também, à fluência no uso da tecnologia digital para expressão de soluções e manifestações culturais de forma contextualizada e crítica (BRASIL, 2018, p. 474).

De acordo com o CIEB, têm-se como elementos da cultura digital: a cidadania digital “se refere ao uso responsável da tecnologia pelas pessoas”; tecnologia e sociedade referente aos “avanços das tecnologias da informação e comunicação e os novos desafios para os indivíduos na sociedade”; letramento digital “Aborda o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades e atitudes relacionadas ao uso dos recursos digitais com proficiência, bem como as práticas socioculturais e os sentidos e reflexões” (CIEB, 2018, n,p).

Perante o exposto, Correa e Tomceac (2020) tomam como base o currículo CIEB, enfatizando que esse tem como objetivo disponibilizar diretrizes para orientar a rede de ensino para o uso da tecnologia. Os autores afirmam que a utilização do emprego dessa abordagem tecnológica possibilita subsidiar elementos, nessa área, para orientar a implementação da

STEAM, pois esses projetos utilizam com frequência elementos da robótica e computação, e por consequência trazem a possibilidade de desenvolver a cultura digital e o letramento digital.

Correa e Tomceac (2020) ainda indicam que a STEAM tem a função de estimular o interesse por aparatos tecnológicos, podendo assim mobilizar práticas associadas no que tange aos conceitos do LD. Os autores afirmam que o uso da tecnologia não tem um conteúdo delimitado, o que fornece uma gama de possibilidades e abordagens. Os autores salientam que “Trabalhar com a tecnologia em projetos com abordagem STEAM é uma forma de proporcionar aos alunos a possibilidade de desenvolver suas habilidades dentro da realidade na qual estão inseridos” (CORREA; TOMCEAC, 2020, p. 113-114). Podendo assim inserir os discentes no universo digital.

Na próxima subseção apresenta-se o letramento matemático.

3.1.3 Letramento Matemático

Termos utilizados na Educação Matemática que, podem se assemelhar, complementar, mas que são interdependentes e estão entrelaçados, são as definições de numeramento, alfabetização e letramento matemático. Numeramento, para Fonseca (2014) e Mendes (2007), apresentam os mesmos vieses do letramento, devido à sua importância como fator social. O termo surge a partir da palavra em inglês *numeracy*, que foi traduzido como “alfabetização matemática”, derivado de *literacy*, o termo primeiramente definido como alfabetização, mas possui um conceito bem mais abrangente. O numeramento, a princípio, não abrange outras escritas matemáticas como gráficos e figuras geométricas. Logo, o conceito que vai direcionar essa dissertação é do letramento matemático, devido ao consenso entre autores; Soares (2017), Fonseca (2014), Mendes (2017); que o letramento associa a leitura e escrita das representações numéricas à maneira como estão inseridos na sociedade e como pode-se aplicar esses conceitos em contextos diversos do dia a dia.

Fonseca (2014) afirma que os termos numeramento e letramento são análogos, existindo um paralelismo entre o conhecimento matemático formal (alfabetização matemática) e a apropriação cultural que pode ser fomentada pelo conhecimento da leitura e escrita matemática. Sobre o letramento, a autora expõe que:

[...] envolve as condições para que o sujeito atenda às demandas de uma sociedade grafocêntrica, para ser letrado, ele precisará mobilizar conhecimentos diversos relevantes na vida social, entre os quais se destacam o conhecimento matemático.

Isso não só por causa da recorrência de representações matemáticas nos diversos textos que circulam nas sociedades grafocêntricas, mas também porque os modos de conhecer, explicar, organizar, argumentar, decidir e apreciar dessas sociedades baseiam-se muito fortemente em critérios quantitativos, métricos ou classificatórios, que compõem o que chamamos de conhecimentos matemáticos (FONSECA, 2014, n.p).

Desse modo, Fonseca (2014) considera o Numeramento como uma dimensão do Letramento. O sujeito letrado atende às demandas da sociedade centrada na escrita, mobilizando habilidades relevantes para o contexto social. O letramento matemático é uma ampliação da alfabetização matemática, que por algum tempo limitava-se a fazer contagens, decorar a tabuada, efetuar operações, ou seja, literalmente ler os números e saber como fazer cálculos como observado por Danyluk (1991, p. 45) “Alfabetização matemática refere-se aos atos de aprender a ler e a escrever a linguagem matemática usada nas primeiras séries da escolarização, compreendendo como se refere à compreensão e à interpretação dos conteúdos matemáticos ensinados na escola [...]”. Assim, utilizar o termo alfabetização pode se tornar limitante para as demandas da sociedade moderna.

Diante disso, deve-se utilizar a Matemática para além da memorização de fórmulas escolares e aplicá-la nas práticas sociais. Desse modo, é necessário utilizar o letramento matemático (LM), pois, para a sociedade moderna, acredita-se que realizar apenas contagens e cálculos são habilidades insuficientes para exercer o pleno exercício da cidadania (DANTE, 2022).

Com isso, documentos normativos brasileiros como a BNCC e programas internacionais como o PISA atuam para o desenvolvimento do letramento matemático dos alunos. A BNCC reconhece o LM como uma forma de compreender e identificar a Matemática no mundo moderno e infere como competência e habilidades para seu desenvolvimento explicitados no quadro 2 são: o raciocínio, a representação, a comunicação, a argumentação. A BNCC ainda destaca a promoção do Pensamento Computacional como competência do LM (BRASIL, 2018).

Quadro 2 — Competências do letramento Matemático segundo a BNCC

Competência	Descrição
Raciocinar	“ [...] investigar, explicar e justificar as soluções apresentadas para os problemas, com ênfase nos processos de argumentação matemática” (BRASIL, 2018, p. 529).
Representar	“ [...] pressupõem a elaboração de registros para evocar um objeto matemático. [...] Nessa área é possível verificar de forma inequívoca a importância das representações para a compreensão

	de fatos, ideias e conceitos, uma vez que o acesso aos objetos matemáticos se dá por meio delas” (BRASIL, 2018, p. 529).
Comunicar	“Nas comunicações, os estudantes devem ser capazes de justificar suas conclusões não apenas com símbolos matemáticos e conectivos lógicos, mas também por meio da língua materna, realizando apresentações orais dos resultados e elaborando relatórios, entre outros registros” (BRASIL, 2018, p. 530).
Argumentar	“ [...] seu desenvolvimento pressupõe também a formulação e a testagem de conjecturas, com a apresentação de justificativas, além dos aspectos já citados anteriormente em relação às competências de raciocinar e representar” (BRASIL, 2018, p. 530).

Fonte: Elaborado a partir de Brasil (2018)

Dessa forma, para a BNCC, é importante que o estudante da Educação Básica tenha algumas habilidades e competências que utilizem conceitos da Matemática, antes abstratos, tornando-os concretos no cotidiano dos alunos, fazendo com o que o conhecimento adquirido possa ser colocado em prática em diversas áreas e situações. Como por exemplo: desenvolver o raciocínio para resolver problemas da vida real; praticar a argumentação e a lógica; compreender e expressar as representações matemáticas presentes na sociedade; aprofundar a comunicação da linguagem utilizando conectivos lógicos e o pensamento matemático.

Analogamente, o PISA também busca estabelecer uma ligação entre os conteúdos escolares e o cotidiano do aluno. De acordo com Arruda, Ferreira e Lacerda (2020), existe uma convergência entre as perspectivas do LM previstas no documento normativo brasileiro e no programa internacional. Para a OCDE, o PISA:

“[...] examina as capacidades dos estudantes para analisar, raciocinar e comunicar ideias matemáticas efetivamente à medida que colocam, formulam, resolvem e interpretam problemas matemáticos em uma variedade de situações. Essa resolução de problemas exige que os alunos usem as habilidades e competências que possuem adquiridos através da escolaridade e das experiências de vida” (OCDE, 2006, p. 95).

Com o excerto, o documento destaca que para a capacidades de resolução de problemas, os estudantes devem: verificar um problema da realidade; fazer a organização desse problema com o auxílio de conteúdos matemáticos; fazer a abstração; verificar o que é relevante e ter entendimento da solução de um problema real usando a Matemática (OCDE, 2006). Em diálogo com as competências da BNCC (raciocínio, representação, comunicação, argumentação), as capacidades necessárias para o letramento matemático, conforme o PISA estão dispostas no quadro 3.

Quadro 3 — Capacidades do letramento Matemático segundo PISA

Capacidade	Descrição
Comunicação	O letramento matemático envolve comunicação. O indivíduo percebe a existência de algum desafio e é estimulado a reconhecer e compreender uma situação-problema. Ler, decodificar e interpretar declarações, perguntas, tarefas ou objetos possibilita ao indivíduo formar um modelo mental da situação, o que é um passo importante na compreensão, esclarecimento e formulação de um problema. Durante o processo de solução, os resultados intermediários podem precisar ser resumidos e apresentados. Mais tarde, uma vez que uma solução tenha sido encontrada, o solucionador de problemas pode precisar apresentar a solução, e talvez uma explicação ou justificativa, para outros (OCDE, 2012, p. 31).
Matematização	O letramento matemático pode envolver a transformação de um problema definido no mundo real para uma forma estritamente matemática (que pode incluir estruturar, conceituar, fazer suposições e/ou formular um modelo) ou interpretar ou avaliar um resultado matemático ou um modelo matemático em relação ao problema original. O termo “matematização” é usado para descrever as atividades matemáticas fundamentais envolvidas (OCDE, 2012, p. 31).
Representação	O letramento matemático frequentemente envolve representações de objetos e situações matemáticas. Isso pode envolver selecionar, interpretar, traduzir e usar uma variedade de representações para capturar uma situação, interagir com um problema ou apresentar o trabalho de alguém. As representações referidas incluem gráficos, tabelas, diagramas, figuras, equações, fórmulas e materiais concretos (OCDE, 2012, p. 31).
Raciocínio e argumento	Uma habilidade matemática que é utilizada ao longo dos diferentes estágios e atividades associadas ao letramento matemático é o chamado raciocínio e argumentação. Essa capacidade envolve processos de pensamento logicamente enraizados que exploram e ligam elementos do problema de modo a fazer inferências a partir deles, verificar uma justificativa dada ou fornecer uma justificativa de declarações ou soluções para problemas (OCDE, 2012, p. 31).
Traçar estratégias para resolver problemas	O letramento matemático frequentemente requer a elaboração de estratégias para resolver problemas matematicamente. Isso envolve um conjunto de processos críticos de controle que orientam um indivíduo a reconhecer, formular e resolver problemas de forma eficaz. Esta habilidade é caracterizada como selecionar ou elaborar um plano ou estratégia para usar a matemática para resolver problemas decorrentes de uma tarefa ou contexto, bem como orientar sua implementação. Essa capacidade matemática pode ser exigida em qualquer uma das etapas do processo de resolução de problemas (OCDE, 2012, p. 31).
Usando linguagem e operações simbólicas, formais e técnicas	O letramento matemático requer o uso de linguagem e operações simbólicas, formais e técnicas. Isso envolve entender, interpretar, manipular e fazer uso de expressões simbólicas dentro de um contexto matemático (incluindo expressões e operações aritméticas) governado por convenções e regras matemáticas. Também envolve entender e utilizar construções formais baseadas em definições, regras e sistemas formais e também usar algoritmos com essas entidades. Os símbolos, regras e sistemas usados variam de acordo com o conhecimento de conteúdo matemático específico necessário para uma tarefa específica de formular, resolver ou interpretar a matemática (OCDE, 2012, p. 32).
Uso de ferramentas matemáticas	A capacidade matemática final que sustenta o letramento matemático na prática é o uso de ferramentas matemáticas. As ferramentas matemáticas abrangem ferramentas físicas, como instrumentos de medição, bem como calculadoras e ferramentas baseadas em computador que estão se tornando mais amplamente disponíveis. Essa habilidade envolve conhecer e ser capaz de fazer uso de diversas ferramentas que podem auxiliar a atividade matemática, e conhecer as limitações de tais ferramentas. As ferramentas matemáticas também podem ter um papel importante na comunicação de resultados (OCDE, 2012, p. 32).

Fonte: própria autora (2023).

O quadro 3 foi construído a partir dos dados gerados após anos de análise das respostas dos alunos do PISA. Essa investigação revelou as capacidades supracitadas, que podem ser chamadas também de competências. Essas apresentam uma importância fundamental para o desenvolvimento do letramento matemático na prática. Entre essas, destacamos a capacidade de resolução de problemas, que é definido pelo PISA (2012) como potencializador do processo cognitivo do aluno para compreensão de situações cuja problemática pode ou não ser óbvia, devendo assim, traçar estratégias para solucioná-la., tornando-se assim um cidadão construtivo e reflexivo. Todas as capacidades em conjunto podem melhorar a compreensão do mundo, de modo que, à medida que o letramento matemático aumenta, a capacidade de solucionar problemas utilizando capacidades matemáticas fundamentais também aumenta (OCDE, 2012).

Comparando as competências da BNCC com as capacidades do PISA para o desenvolvimento do letramento matemático, observa-se a preocupação em estimular práticas diversificadas que extrapolam o contexto escolar. As duas propostas têm em comum despertar nos alunos o raciocínio, a comunicação e a argumentação, utilizados para reconhecer, interpretar e compreender situações problemas; propondo investigações e apresentando soluções para resolver desafios apresentados nos diversos contextos sociais, de forma a interagir de maneira mais eficiente com a Matemática presente no cotidiano.

Dante (2022) afirma que problemas da vida real do aluno, problemas da comunidade e do seu entorno, são mais significativos e mais motivadores, de modo que envolve e amplia o significado do objeto de estudo. Nesse sentido, a proposta da STEAM, de acordo com Blanco (2020), no âmbito da Educação Matemática, busca romper métodos tradicionais para trazer os alunos para o centro da aprendizagem, trocando habilidades de reprodução e cópia dos conteúdos por “[...] habilidades de investigar situações, pesquisar dados, selecionar informações, criar e testar hipóteses, registrar e validar conclusões, argumentar e compreender argumentações distintas das suas” (BLANCO, 2020, p. 152). Tais habilidades vão de encontro ao que se espera do LM de acordo com a BNCC e o PISA.

Blanco (2020), no capítulo M de Matemática do livro STEAM em sala de aula, apresenta propostas de projetos alinhados à STEAM que desenvolvam habilidades matemáticas e podem estar relacionados ao cotidiano do aluno. Um resumo das situações problemas em forma de projetos, que podem ser desenvolvidos; assim como possíveis competências e habilidades relacionadas a estas situações estão dispostas no quadro 4. Vale ressaltar, que o papel do professor como mediador, de acordo com seu planejamento e com os problemas trazidos por alunos, pode trazer o desenvolvimento de outras competências.

Quadro 4 — Situações-problemas de acordo com Blanco (2020)

Situações- Problema	Competências e Habilidades
Problemas de filtragem que geram enchentes e desabriga famílias	Modelagem matemática; testar hipóteses de vários tipos de filtros; raciocínio e argumentação; resolução de problemas; noções de razão e proporção; unidades de medidas e capacidade.
Infecção Bacteriana e uso de antibióticos	Resolução de Problemas utilizando; traçar estratégias para observar o ciclo do uso de antibióticos nas colônias de bactérias; conceitos e de amostra e estatística; cálculo de estimativas
Ecossistema das abelhas e risco de extinção	Resolução de problemas com a criação de um apiário.; noções de geometria para criação de malhas hexagonais
Pintar os muros da escola	Representação; raciocínio; matemática financeira; geometria; resolver problemas do planejamento da quantidade de latas para pintar por metro quadrado; unidades de medidas e capacidade.

Fonte: própria autora (2023).

A abordagem STEAM propõe em sua concepção a resolução de problemas contextualizados utilizando-se de projetos e as situações-problemas, como as observadas no quadro 4, contudo, Blanco (2020) afirma que professores tendem a evitá-los, pois temem extrapolar a carga horária escolar, além da preocupação de não concluir todo o conteúdo programático. É preciso considerar que a elaboração de projetos que desenvolvem experimentos e demandam processos matemáticos, observando conhecimentos prévios, com o suporte da tecnologia, faz com que os alunos possam “[..] fixar esses conteúdos, relacionando-os automaticamente às suas utilidades práticas” (BLANCO, 2020, p. 132).

O desenvolvimento de projetos faz com que os discentes possam desenvolver a cognição, a busca por novos conhecimentos durante o processo, fazer estimativas, descobertas e inferências (BLANCO, 2020). Agregando valor e significado ao processo de aprendizagem matemática, que muitas vezes funciona de forma abstrata para alunos da Educação Básica.

Na sequência apresentamos o estado na questão, buscando estudos que se aproximam ao nosso, além de semelhanças e diferenças.

4 ESTADO DA QUESTÃO

Nesta seção apresenta-se o estado da questão, no qual buscamos entender a produção científica referente à temática investigada na dissertação ou tese, permitindo obter um panorama sobre a área de interesse e, assim, identificar suas possíveis lacunas e contribuições (SILVERA; NÓBREGA-THERRIEN, 2011). Esta seção explora o estado da questão com o intuito de aproximar esta dissertação de outras pesquisas que possuam a interseção entre dois temas presentes nesta pesquisa: a STEAM e os letramentos.

Para Nóbrega-Therrien e Therrien (2004), o estado da questão visa "delimitar e caracterizar o objeto (específico) de investigação de interesse do pesquisador e a consequente identificação e definição das categorias centrais da abordagem teórico-metodológica", para que, com essa delimitação, possa ser estabelecida uma contribuição original do estudo no âmbito científico.

Baseado nessa ideia, Nóbrega-Therrien e Therrien (2004) salientam a importância de utilizar o rigor científico e a criticidade na busca por trabalhos substanciais para a elaboração do seu *corpus* de conhecimento, para que o pesquisador possa conduzir a investigação sem assertivas duvidosas e possa produzir uma contribuição epistêmica em determinado campo.

Dessa forma, o objetivo desta seção é apresentar o estado da questão em torno da utilização da abordagem educacional STEAM com a perspectiva do desenvolvimento dos letramentos, que estão relacionados às suas áreas de conhecimento. Contemplando, assim, trabalhos que envolvem a relação entre as duas temáticas para que haja um olhar reflexivo sobre as contribuições existentes sobre essas vertentes educacionais, separadamente e em conjunto.

Nesta seção, encontram-se o caminho percorrido, os achados encontrados na base de dados e a discussão dos trabalhos selecionados.

4.1 O caminho percorrido

A pesquisa referente ao Estado da Questão foi conduzida nos portais de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e na *Scientific Electronic Library On-line* (SciELO). Os trabalhos selecionados são do tipo artigos, sendo possível encontrar uma maior variedade de pesquisas relacionadas às temáticas da STEAM juntamente com o letramento. Além disso, os artigos científicos são publicados com uma maior frequência, tornando as temáticas abordadas de maneira mais atualizada. O Marco

temporal da pesquisa ocorreu no período de 2017 a 2023, optou-se pelos últimos 5 anos para que se tenha um panorama das últimas pesquisas. A busca ocorreu no período de janeiro de 2023.

Foram utilizados os descritores “STEAM *and* Letramento” e seu correspondente em Inglês “STEAM *and* literacy”. A seleção inclui trabalhos compostos por artigos relevantes ao campo de estudo. Os critérios de inclusão são artigos dos níveis fundamental, médio e superior; artigos empíricos e teóricos e artigos das línguas inglesa, portuguesa e espanhola. Devido à escassez de artigos em língua portuguesa, optou-se por incluir outros idiomas. Os critérios de exclusão são artigos de linguagens e níveis de ensino fora do escopo da pesquisa, além de artigos que não abordavam uma das temáticas, STEAM e letramentos, de forma clara e artigos que não eram gratuitos.

Não foram encontrados resultados no portal da SciELO relacionados ao cruzamento dos temas propostos. Portanto, a seguir, serão apresentados apenas os resultados obtidos no portal de periódicos da CAPES.

4.1.1 Portal de Periódicos da Capes

A finalidade da pesquisa no portal de Periódicos Capes foi filtrar artigos que enfoquem os temas pertinentes à pesquisa. A busca no portal da CAPES retornou 2 artigos em português e 130 em línguas estrangeiras (Inglês e Espanhol), desses 4 eram duplicados. Após uma leitura aos títulos, palavras-chave e resumos foram excluídos: artigos em outros idiomas que passaram pelo filtro de línguas; artigos da Educação Infantil, pois essa dissertação aborda o Ensino Fundamental e Médio; artigos com letramentos muito específicos, como por exemplo em Inteligência Artificial e artigos pagos ou inacessíveis.

Após essa filtragem, foram selecionados 30 artigos para leitura completa. Desses alguns artigos exploraram pouco a relação da STEAM com letramento, deixando não perceptível durante a leitura do trabalho a presença de pelo menos um dos assuntos propostos. Restando assim, 14 artigos a serem catalogados para compor o estado da questão. Os artigos estão dispostos no quadro 5 que está organizado em ordem alfabética por título do artigo, autores, ano de publicação, país de origem e idioma.

Quadro 5 – Resultado da busca no portal de periódicos da CAPES

ID	Título	Autores	Ano	País/ Idioma
01	A Study on the Implementation of Teaching Mathematical Modeling Classes Based on Mathematical Learning Objectives	Lijie Wang e Mingyu Shi	2023	China/ Inglês
02	Development and Application of a Novel Engineering-Based Maker Education Course for Pre-Service Teachers	Ji-Yun Kim, Hyunsong Chung, Eun Young Jung, Jin-Ok Kim e e Tae-Wuk Lee	2020	Coréia/Inglês
03	Development of e-modules colloid materials based on PjBLSTEM to improve scientific literature and student learning outcomes of wetlands context	Rusmansyah, N. Anjaini e M. Kusasi	2021	Indonésia/Inglês
04	Development of STEAM media to improve critical thinking skills and science literacy	Anik Twiningsih e Evi Elisanti	2021	Indonésia/Inglês
05	Elementary school teachers perspectives towards developing mathematics literacy through a STEAM-based approach to learning	Y E Y Siregar, Y Rahmawati and Suyono	2019	Indonésia/Inglês
06	From Black Girl Exclusion to Black Girl Empowerment: Understanding one Black girl's digital and STEAM literacy practices as empowering, liberatory, and agentic	Tisha Lewis Ellison e Tairan Qiu	2023	Estados Unidos/ Inglês
07	Gender differences in teachers digital literacy skills in teaching STEAM	Moses Adeleke Adeoye	2023	Nigéria/ Inglês
08	Getting back to the real world: creative approaches to science literacy, problem solving and cultural inquiry	David Zandvliet	2023	Canadá/ Inglês
09	História da Ciência, educação steam e literacia científica: possíveis intersecções	Cleidson Venturine Isabel Malaquias	2022	Brasil/Português
10	Impact of a Science Art Exhibit on Public Interest and Student Comprehension of Disease Ecology Research	Kyra Ricci, Benjamin McLauchlin e Jessica Huua	2023	Estados Unidos/ Inglês
11	Projetos STEAM: controvérsias e ideologias no Ensino de História e Filosofia das Ciências	Guilherme Babo Sedlacek	2021	Brasil/ Português
12	STEM and STEAM education in russian education: conceptual framework	Liudmila V. Shukshina, Uliana Y. Chugaeva, ,Liudmila A. Gegel Maria A. Erofeeva, Irina D. Levina, Oleg D. Nikitin	2021	Rússia/ Inglês
13	Teaching Madura Local Content Literacy On E Service Science Teachers Using Lewis Mode	Mochammad Yasir e Ana Yuniasti Retno Wulandari	2020	Indonésia/ Inglês

14	Theoretical principles of using steam-technologies in the preparation of the teacher of the new ukrainian school	Olena Budnyk	2018	Ucrânia/ Inglês
----	--	--------------	------	-----------------

Fonte: própria autora (2023).

Os 14 trabalhos foram selecionados a partir da leitura e da identificação com essa pesquisa. Desses, 3 tem foco na aprendizagem dos estudantes e 5 no desenvolvimento do professor. Quanto à escolaridade, 1 trabalho está voltado para o Ensino Fundamental, 3 para o Ensino Médio, 2 para o nível superior e 2 para Educação Informal. Somente 2 desses trabalhos abordam a formação de professores utilizando o modelo da abordagem STEAM com foco no desenvolvimento dos letramentos. Além disso, 2 analisam materiais didáticos, um físico e um digital. Dos letramentos utilizados e que estão relacionados à STEAM, 7 são sobre letramento científico, 4 são sobre letramento digital, 2 sobre letramento matemático e 1 utiliza o termo “letramento STEAM” para evidenciar o letramento em Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática. Não foram verificados artigos com letramentos específicos referentes às áreas de Engenharia e Artes.

Um dos pontos que esse resultado nos revela é o quanto ainda é incipiente a pesquisa que envolve a abordagem STEAM no Brasil. Na próxima seção encontra-se a discussão dos trabalhos selecionados.

4.2 Discussão dos trabalhos selecionados

Nesta subseção, é ressaltado um diálogo entre os textos selecionados na busca e o tema de estudo dessa dissertação, com a finalidade de estabelecer uma conexão teórica entre os 14 artigos encontrados e essa pesquisa. Além disso, visou-se salientar as contribuições dos estudos, as principais proximidades e diferenças entre os trabalhos selecionados e a nossa proposta.

Com isso, os trabalhos escolhidos para análise foram divididos em quatro categorias: STEAM e o Letramento Científico; STEAM e o Letramento Digital; STEAM e o Letramento Matemático e os Letramentos STEAM.

Dentre os trabalhos com foco na STEAM e letramento Científico podemos destacar 7 trabalhos, desses encontram-se as 2 únicas publicações brasileiras unindo as temáticas. Sedlacek (2021) realizou um estudo, no qual analisa o conceito de letramento científico presente na BNCC. Para essa análise o autor utiliza a STEAM como um tema integrador presente no PNLD 2021, além de observar os livros didáticos presentes nos projetos

integradores da área de Ciências Humanas e Sociais do novo Ensino Médio. O objetivo é verificar as possíveis potencialidades e deficiências desses materiais utilizando as dimensões da STEAM presentes nas obras. O autor discutiu a linha tênue entre ideologia, seja por doutrinação ou neutralidade, que está presente na Ciência e como isso tornou-se uma discussão política nos últimos anos.

Como solução diante das controvérsias apresentadas pela Ciência, Sedlacek (2021) propõe que os alunos desenvolvam melhor o pensamento crítico, um dos principais fundamentos científicos. O autor enfatiza a justificativa do desenvolvimento do LC presente na BNCC, observando que poucas pessoas utilizam o pensamento científico para solucionar problemas do cotidiano, o que é necessário para se tornar um cidadão capaz de atuar de forma plena na sociedade.

Partindo desse ponto, Sedlacek (2021) investiga como melhorar a prática do letramento científico no novo Ensino Médio e quais elementos didáticos podem colaborar. O autor se aprofunda nas obras do PNLD 2021, nelas existem 4 temas integradores presentes nos livros didáticos: STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática), Protagonismo Juvenil, Mídiaeducação e Mediação de Conflitos. As obras trazem alguns projetos STEAM com ênfase no mercado de trabalho, nas competências científicas e digitais. O autor pontua que a STEAM utiliza a experimentação e pode contribuir para o letramento científico, matemático, tecnológico e artístico do aluno.

O artigo se aproxima da proposta dessa dissertação no incentivo à apropriação dos conhecimentos científicos e tecnológicos, para além da concepção tecnicista, mas para que o aluno possa ser um cidadão crítico na sociedade. A busca por uma aprendizagem científica mais abrangente utilizando projetos com a perspectiva STEAM presentes nos livros didáticos, também está de acordo com a proposta dessa dissertação. A diferença está no tipo de material utilizado, o artigo usou obras oficiais do PNLD 2021, essa pesquisa incentiva a autonomia dos professores na criação de projetos e atividades, utilizando também material independente e feito de forma colaborativa.

O segundo artigo brasileiro que compõe o estado da questão é de Venturine e Malaquias (2022) que tem como objetivo investigar o modo como as atividades envolvendo a história da Ciência e as abordagens STEAM contribuem para o letramento científico. O artigo faz uma revisão sistemática da literatura nas bases da CAPES, SciELO e SCOPUS. A revisão enfrentou o mesmo problema que esta seção na busca por artigos em Português, não encontrando nenhum, mostrando a relevância da temática na literatura brasileira, pois

observa-se uma lacuna em trabalhos com a proposta STEAM, diminuindo, quando se afunila para a exploração dos letramentos utilizando essa abordagem.

Do mesmo modo que essa dissertação, Venturine e Malaquias (2022) utilizam documentos como a BNCC e OCDE para embasar a importância do desenvolvimento dos letramentos e adotam como justificativa a Educação baseada no desenvolvimento de competências. Concordamos com o autor que aponta a STEAM como uma abordagem que incentiva a curiosidade, a criatividade, o pensamento crítico, a solução de problemas do mundo real e o trabalho colaborativo. Muitas dessas competências, que o autor utiliza como definição sendo a mobilização de conhecimentos e habilidades necessárias para atender às demandas da sociedade moderna, estão relacionadas ao letramento científico.

Dando início aos artigos de língua estrangeira (Inglês e Espanhol), Rusmansyah, Anjaini e Kusasi (2023) realizaram um estudo sobre a construção de um módulo *on-line* para realização de experimentos em material coloidal coletado em uma zona úmida, utilizando a aprendizagem baseada em projetos e a STEAM como estratégia para melhorar o letramento científico dos alunos. O Material eletrônico possui uma validação estatística e foi utilizado em uma turma de química do Ensino Médio da Indonésia. Os resultados apresentados após o pós-teste avaliaram uma melhora significativa nos conhecimentos e nas habilidades para o LC.

Em concordância com o artigo, essa dissertação verificou os baixos índices para o letramento científico no PISA também no Brasil, sendo necessário utilizar novas abordagens para melhorar as habilidades para o LC, tanto de professores como dos alunos. Nesse sentido, a abordagem STEAM juntamente com a aprendizagem baseada em projetos, podem criar atividades inovadoras que incentivam os estudantes a realizarem pesquisa e ao trabalho colaborativo para a conclusão de novas descobertas, construindo uma proficiência na Ciência, e nas novas tecnologias. Outro ponto de aproximação entre o artigo e a dissertação, é o fato de a aprendizagem estar direcionada aos problemas do entorno do aluno. No artigo são as zonas úmidas e ambientes pantanosos, nosso trabalho também incentiva a utilização projetos que resolvam os problemas da comunidade ao redor dos discentes, como forma de engajar, aumentar o interesse e por consequência a aprendizagem do estudante. Contudo, nosso estudo diferentemente desse, analisou a perspectiva do letramento dos professores em formação.

Dando continuidade aos trabalhos sobre letramento científico, Twiningsih e Elisanti (2021) produziram um artigo sobre o desenvolvimento de uma mídia STEAM com figuras bidimensionais variadas criadas com o intuito de desenvolver Matemática, Artes, Artesanato e a Cidadania, com isso, melhorar o pensamento crítico e o letramento científico em alunos do 1º ano do Ensino Fundamental, utilizando o design ADDIE que é composto pelas etapas de

Análise, Design, Desenvolvimento, Implementação, Avaliação. Os resultados mostraram que houve um aumento tanto do pensamento crítico como do letramento científico, que antes da mídia tinha a pontuação média dos alunos de 74,80 e 73,61, passando a ser 86,67 e 88,67, respectivamente.

Twiningsih e Elisanti (2021) concluíram que a utilização de mídias de aprendizagem baseadas nas propostas da STEAM aprimora as habilidades de pensamento crítico dos alunos. Gerando um impacto positivo no LC, comprovado estatisticamente, e, como consequência, houve uma melhoria na aprendizagem dentro e fora da sala de aula. Esta dissertação concorda com os autores, observando que a utilização da STEAM como um agente integrador de áreas de conhecimento e competências está alinhada com a aprendizagem do século XXI.

O que difere o artigo de Twiningsih e Elisanti (2021) com o nosso estudo é o fato de estarmos ainda dando os passos iniciais no campo de pesquisa dos temas, com isso estamos colhendo as percepções e reflexão dos professores, à medida que o artigo pôde comprovar com os índices, o aumento do pensamento crítico e do letramento científico. Enquanto pesquisadores, confiamos no potencial da STEAM, levando em consideração o planejamento e as condições da escola, como um agente integrador de conhecimentos, competências e habilidades importantes para ser um cidadão crítico e consciente do século XXI e na promoção do desenvolvimento de letramentos relacionados às suas áreas de conhecimento.

Diante do que já foi pontuado entre a relação do letramento científico e com a STEAM, Zandvliet (2023) pontua, no que tange a Educação Científica, que o STEM e a STEAM estão dominando, no ponto de vista internacional, as discussões em torno do letramento científico. O autor faz um estudo de caso que reformula a Educação Científica em uma comunidade indígena do Canadá. O pesquisador aborda um importante entendimento que deve ser levado em consideração, o fato é o modo desigual em que a abordagem educacional pode chegar em diferentes locais e para diferentes gêneros e raças. Zandvliet (2023) enfatiza que a STEAM tem modelos eurocêntricos (ocidentais) de Ciência e conhecimento científico e ignora, por exemplo, comunidades indígenas e as mulheres. O autor indica que a Educação científica baseada na STEAM, deve ser uma prática interdisciplinar centrada nas necessidades da comunidade.

A dissertação concorda com o autor quanto à preocupação de a STEAM fazer parte de uma Educação elitizada, hegemônica e centralizada. É necessário descentralizar essa abordagem, alcançando também as comunidades carentes, para ocorrer a “decolonização” dos conhecimentos científicos e tecnológicos, respeitando assim a diversidade cultural. Nossa pesquisa defende a integração entre o conhecimento e a comunidade, de forma que esse possa

retornar como uma contribuição positiva para a sociedade. Devem-se envolver os educadores, os alunos e a comunidade para compartilhar ideias e implementar projetos sobre questões de interesse tanto dos estudantes como para as comunidades locais. É essencial fomentar uma Educação equitativa que alcance os diversos níveis da população, permitindo abordagens criativas para o letramento científico, à resolução de problemas e à investigação. Desse modo, a Educação poderá “regressar ao mundo real”.

Partindo da relevância do contexto do aluno para a motivação da aprendizagem, Ricci, McLauchlin e Huaa (2023) investigaram o aumento do interesse pela Educação Científica, em estudantes do Ensino Superior das áreas STEAM e estudantes de outras áreas, antes e após acompanhar uma exposição de arte científica e o resultado, usando modelos estatísticos validados, foi que, a exposição de arte científica foi eficaz em aumentar o interesse dos investigados para a pesquisa científica. O resultado sugere que a exposição da arte científica aumenta a acessibilidade da Ciência para um público maior.

O artigo de Ricci, McLauchlin e Huaa (2023) se assemelha a nossa proposta, quando sugere que a imersão em áreas de conhecimento pré-determinadas pode intensificar o interesse dos alunos por elas. Acreditamos que projetos envolvendo Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática podem aumentar o interesse dos estudantes nessas áreas. Durante o processo formativo, discutimos a utilização da arte e do design propostos pelos tênis como expressão artística. Com isso, pudemos refletir sobre a evolução tecnológica nos calçados, desde os tempos em que eram feitos de couro até os modelos utilizados por atletas atualmente. Essa conexão entre as áreas da STEAM, como a Arte e a Ciência, pode contribuir para preencher as lacunas existentes entre esses campos, conforme proposto pelo artigo. Usar a arte como meio de compreender melhor a ciência, e vice-versa, é uma abordagem valiosa para complementar as competências de quem trabalha somente com a Arte ou somente com a Ciência.

Em consonância com o exposto no artigo, concordamos que a Educação Científica enfatiza a necessidade de promover o interesse das pessoas e reforçam atitudes positivas em relação a domínios específicos da pesquisa científica para obtenção do LC, no qual os autores definem como o conhecimento geral sobre a Ciência, assim como o domínio específico em temas variados como clima, biotecnologia, ecologia, entre outros. O interesse pela Ciência é requisito fundamental para desenvolver o LC e aumentar a busca por carreiras científicas.

E por fim, concluindo o letramento científico, Yasir e Wulandari (2020) realizaram um estudo sobre a STEAM explorando o *Local Wisdom Integrated Science (LWIS)*, sendo em tradução nossa “a Ciência integrada à sabedoria local”. A pesquisa analisou 22 estudantes de

nível superior e a integração da etnociência, por intermédio da STEAM, no aprendizado de Ciências. Os autores definem etnociência como um campo que integra os conhecimentos, tradições e cultura locais com a Educação Científica formal. A partir disso, os pesquisadores investigaram a melhora no letramento científico após a implementação desse modelo integrado.

Desse modo, Yasir e Wulandari (2020) salientam que a etnociência pode ser integrada na aprendizagem científica através da abordagem STEAM, e ambos são importantes para o letramento científico. Os autores afirmam que o LC é uma contribuição importante para resolver, por exemplo, problemas ambientais locais. Com isso, os alunos são incentivados a buscar diversas fontes de conhecimento para solucionar problemas, podendo assim, desenvolver processos cognitivos que podem estimular um crescimento intelectual.

A pesquisa realizada por essa dissertação diferencia-se ao não se aprofundar na etnociência, mas observa similitudes quando discute a importância e o impacto do contexto cultural em que os alunos estão inseridos para o desenvolvimento dos conhecimentos científicos, de acordo com a perspectiva do professor. O modelo de aprendizagem da “Ciência Integrada à Sabedoria Local” é uma prática que essa pesquisa incentiva a ser aplicada, respeitando as particularidades de cada comunidade. A busca por utilizar as áreas da Tecnologia, Engenharia, Matemática e Ciências de forma a fortalecer os processos de produção científica e a tecnológica local é algo que a dissertação procura abordar por intermédio da abordagem STEAM.

Dentre os trabalhos que focam no letramento digital a partir da abordagem STEAM, Ellison e Qiu (2023) retomam a questão equitativa e, por muitas vezes, excludente, que áreas dessa abordagem podem tomar. As autoras pesquisaram sobre 10 adolescentes negras americanas no contexto da STEAM e das práticas do LD. A pesquisa partiu do ponto que as alunas negras sofreram atos de discriminação, que ocasionaram o desinteresse delas nas práticas de letramento das áreas STEAM na escola. Desse modo, foi oferecido um *workshop* com o uso de ferramentas digitais e a composição de clube de robótica para meninas negras e seus pais, com intuito de despertar uma remodelação das estudantes para uma melhor compreensão de si, e a partir disso obter um olhar para liderança e inovação no campo digital.

Ellison e Qiu (2023) fizeram uma pesquisa qualitativa com entrevistas, fotos, gravações, grupos focais e criação de aplicativos digitais para explorar a visão, em especial, de uma adolescente, como criadora e produtora de conhecimento no âmbito digital. Com isso, verificou-se que foi reforçado, após o *workshop*, os seus interesses sobre as áreas STEAM, utilizando também seu ponto de vista sobre gênero e identidade racializada. O estudo mostra

a importância do coletivo para fortalecer as práticas educacionais, que encorajam mulheres negras ou pessoas marginalizadas para o letramento digital.

Nessa perspectiva, as participantes do estudo de Ellison e Qiu (2023) sentiram-se marginalizadas por racismo ou sexismo em ambientes formais da Educação, assim, o *workshop* surgiu como uma alternativa para complementar a escola usando a abordagem STEAM como modo de reforçar o interesse nessas áreas e oferecer oportunidades para as alunas desenvolverem competências no campo digital. Por um lado, discordamos em oferecer um ambiente alternativo à escola, acreditamos que medidas devem ser tomadas para fortalecer a comunidade escolar.

Este estudo assemelha-se à nossa proposta, quando visa levar a abordagem STEAM para professores de escolas periféricas, oferecendo uma Educação inovadora e alinhada às necessidades do século XXI para as escolas públicas. Nessas escolas, os alunos frequentemente têm poucas oportunidades, não necessariamente devido à sua cor ou sexo, mas porque vêm de comunidades extremamente carentes. Incentivando os professores a utilizarem projetos envolvendo a tecnologia, os alunos das escolas municipais e estaduais também podem se tornar agentes portadores do conhecimento tecnológico, compreendendo e ocupando múltiplos espaços.

Esse artigo aborda a escassez de mulheres negras nas áreas STEAM, representada pela baixa porcentagem nos centros americanos de Ciências, Tecnologia e Engenharia. O Brasil, assim como a América Latina, apresenta os mesmos problemas referentes à inclusão. Em estudo encomendado pelo banco mundial, a Unesco observou uma grande desigualdade de gênero na Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (BELLO; ESTÉBANEZ, 2022). Oferecer novas oportunidades é uma forma de diminuir o abismo da exclusão. Desse modo, a pesquisa destaca que houve um aumento no engajamento e interesse nas áreas STEAM, tornando mais palpável o ingresso de jovens negras nessas áreas. No que tange o letramento digital, observa-se que a tecnologia representa a multimodalidade, logo, a produção de conteúdos e uso de ferramentas digitais desempenhou um papel importante no empoderamento, ativismo e disseminação de informações nos diversos campos semióticos.

Partindo da exploração do LD do aluno para o professor, Budnyk (2018) discute a necessidade de treinar docentes especialistas na utilização das tecnologias modernas de ensino. A autora aborda a competência digital, definindo-a como o uso das tecnologias digitais com consciência, responsabilidade e criticidade, tanto nas atividades educacionais como nas atividades sociais. Com isso, o artigo investiga as questões relacionadas à STEAM e à formação de professores da Ucrânia. A autora destaca ser essencial preparar os alunos para

as profissões do futuro, porém, é necessário verificar a competência digital do professor para transformar as escolas em espaços educacionais conforme a escola contemporânea. O artigo enfatiza como a Educação STEAM pode ser integrada ao currículo e como os docentes podem desenvolver habilidades na esfera digital, podendo melhorar o processo de ensino-aprendizagem.

Em concordância com esse artigo, nosso trabalho também discute a relação dos professores com as competências digitais, investigando como a STEAM pode colaborar para que os docentes incentivem os alunos a utilizarem a tecnologia de forma crítica e eficiente, podendo assim contribuir para seu LD. O artigo incentiva a utilização de pequenos projetos, a autora cita 3 tipos: projeto tarefa (definido pelo professor); projeto disciplina (o professor especifica o tema) e projeto problema (os alunos têm autonomia para escolher o projeto). Budnyk (2018) aponta os projetos como estratégia para que o aluno domine conceitos e habilidades específicas até a internalização desses, a partir de uma questão norteadora. Esse trecho está conforme o desenvolvido nesta dissertação. Incentivamos a utilização de pequenas atividades que sejam viáveis de serem executadas em sala de aula, mas que também mobilizem conhecimentos.

Dando sequência aos estudos sobre letramento digital, Adeoye (2023) investiga 150 professores do Ensino Médio em uma escola na Nigéria. Enquanto Budnyk (2018) traz uma visão teórica, Adeoye (2023) parte para o campo e observa o domínio dos professores para o uso das TIC e as habilidades do letramento digital dos docentes. A pesquisa aborda a questão de gênero, destacando que a maioria dos professores das áreas STEAM são do sexo masculino. O autor aponta também, que as dificuldades para a exploração da tecnologia proposta pela STEAM são: a falta de acesso limitado à internet; falta de conhecimento tecnológico; instalações inadequadas; falta de apoio dos gestores, além de uma certa falta de interesse por parte dos professores, não dos alunos. Outro fato preocupante é a disparidade de gênero entre os professores das áreas de conhecimento STEAM.

Adeoye (2023) define o LD como uma combinação de competências técnicas, processuais, cognitivas, emocionais e sociais. Quando utilizamos um programa de computador, empregamos habilidades processuais e cognitivas, quando, por exemplo, interpretamos informações pictóricas dos gráficos. Além disso, entendemos o LD como um conjunto de habilidades aplicadas ao cotidiano. Considerando que a tecnologia é uma das áreas de concentração da STEAM, a nossa pesquisa também investigou as competências digitais dos professores, como a utilização de ferramentas digitais e o seu uso em sala de aula. Esse fato trouxe discussões para refletir sobre os fatores que limitam o uso das tecnologias na

escola. Concordamos com os pontos de dificuldades do estudo realizado na Nigéria e apresentamos pontos de dificuldades locais na dissertação.

Finalizando a categoria do LD, Shukshina *et al.*, (2021) justificam a importância de utilizar a STEAM e as tecnologias utilizadas por essa abordagem, com um estudo teórico metodológico. Conforme os autores, desenvolver programas em STEM/ STEAM estimulam o desenvolvimento das TIC no sistema educacional da Rússia. O estudo destaca que o país deve seguir a estratégia da Educação Americana para explorar melhor os campos da Ciências e Tecnologia. A proposta do estudo é a crença que a STEAM está de acordo com a economia global moderna, e nesse sentido, devem ser exploradas as competências do LD, pensamento computacional, criatividade, além disso, competências cognitivas para a formação de engenheiros, cientistas e profissionais de Tecnologia da Informação.

Shukshina *et al.*, (2021) aponta a economia moderna como digital, logo, faz-se necessário explorar programas que abrangem a tecnologia de forma ampla, nesse contexto, a STEAM desponta como uma resposta a essa necessidade. Nessa abordagem educacional, os alunos são estimulados ao trabalho em equipe, realizam experimentos, projetos e pesquisas, criam robôs e sites, entre tantas outras possibilidades para que o indivíduo tenha condições de ser um participante ativo da era digital.

Diante da percepção de estarmos vivendo em uma sociedade informatizada e digital, é relevante desenvolver as competências digitais dos professores e alunos, essa dissertação assim como o artigo propõe a STEAM como uma abordagem inovadora, capaz de criar oportunidades de desenvolver essas competências. Nosso estudo, assim como o artigo, reconhece o crescimento acelerado do campo digital. A pesquisa de Shukshina *et al.*, (2021) mostra que cursos de mestrado para formação de professores em STEM/STEAM começaram a ser ministrados em universidades russas. No Brasil, a abordagem ainda é pouco conhecida, e a dissertação traz a introdução da temática e debate em uma escola de Ensino Fundamental e uma escola de Ensino Médio. Enquanto os complexos robóticos tornaram-se áreas prioritárias para o desenvolvimento da Ciência e tecnologia na Rússia, aqui, foi observado que as escolas públicas apresentam kits de robótica, mas não têm formação para poder utilizá-los. Essa discrepância entre a Educação tecnológica presente nos diversos países do mundo e o Brasil pode ser diminuída à medida que novos estudos e abordagens educacionais são postas em prática na sala de aula.

Entre os artigos que abordam o letramento matemático (LM) e a STEAM, Wang e Shi (2023) trazem um estudo teórico que explora a integração dos temas. Ademais, o artigo apresenta um design de ensino ADDIE que é baseado em cinco etapas: análise, design,

desenvolvimento, implementação e avaliação. Os autores refletem sobre o papel importante da Matemática no currículo do Ensino Médio. Diante disso, os pesquisadores enfatizam a relevância em utilizar abordagens educacionais que desenvolvam o letramento nessa área de conhecimento. Wang e Shi (2023) destacam a presença da modelagem matemática no LM. Os autores definem a modelagem matemática como a habilidade de abstrair problemas reais de forma matemática, interpretar e expressar a linguagem matemática, além de construir modelos matemáticos para a resolução de problemas.

Wang e Shi (2023) analisam a eficácia da integração entre a STEAM e o LM por intermédio de um estudo de caso. Eles defendem que a abordagem STEAM é a opção mais adequada para atender aos requisitos do novo currículo, visando o desenvolvimento do letramento em matemática para estudantes do Ensino Médio. A pesquisa destaca que a STEAM consegue integrar as disciplinas de forma prática no ensino e aprendizagem. Integrar a aplicação prática dos conhecimentos matemáticos na vida cotidiana é um dos focos do LM e pode ser utilizado nessa abordagem educacional.

Os autores refletem que o ensino disciplinar pode negligenciar as competências exploradas pelas conexões interdisciplinares, sendo possível também outros tipos de conexão, como a transdisciplinar. No cotidiano, podemos observar que os problemas não aparecem de maneira isolada e a abordagem STEAM propõe fornecer autonomia para que os alunos resolvam problemas por intermédio da integração das áreas. Os autores destacam que, melhorando o letramento do estudante, é possível obter uma melhor compreensão em Matemática, além de desenvolver múltiplas competências para que os alunos possam obter uma formação mais abrangente e que atenda às demandas da sociedade moderna.

Assim como no estudo russo, a Matemática é uma parte essencial do currículo brasileiro, sendo o foco de muitas avaliações externas, como o PISA, a SPAECE, o SAEB e o ENEM. Os baixos índices nessas avaliações, juntamente com a alta demanda pela aplicação dos conhecimentos matemáticos de maneira concreta e abstrata em nosso cotidiano, levam o artigo de Wang e Shi (2023) a buscar, em consonância com essa dissertação, alternativas educacionais que promovam a experimentação do conhecimento matemático. Dessa forma, o aluno pode aplicar a aprendizagem matemática de maneira que ultrapasse os limites da sala de aula e se estenda ao mundo real. O artigo confirma a hipótese que propomos para esta investigação: a integração dos conceitos da abordagem STEAM pode fortalecer as competências dos alunos, incluindo as habilidades necessárias para o LM, mas, para isso, precisa ter professores preparados para poder explorar essas competências e habilidades.

Dando continuidade à investigação sobre LM e a STEAM, Siregar, Rahmawati e Suyono (2019) investiga as perspectivas de professores do Ensino Fundamental para o desenvolvimento desse letramento utilizando a abordagem STEAM. Os autores utilizaram coleta de dados descritiva e qualitativa por observação, questionário e entrevista. Com isso, examinaram o quanto os professores exigem que os alunos desenvolvam a resolução de problemas, a comunicação matemática e o raciocínio matemático.

O estudo mostra a STEAM como abordagem científica à aprendizagem da matemática, observando que se pode elaborar uma estrutura com competências e habilidades para o LM dentro do contexto STEAM. Siregar, Rahmawati e Suyono (2019) apontam os componentes desse letramento: o conteúdo, o contexto e as competências. Explorando esses componentes, os resultados mostraram que conforme as perspectivas dos professores investigados sobre a implementação de um projeto STEAM juntamente com o LM, os esses concordam que a STEAM deve ser iniciado nos primeiros anos do fundamental, porém os docentes não compreendem bem como implementar a abordagem.

Os educadores também verificaram que o desenvolvimento do conteúdo é priorizado em detrimento das habilidades do LM. Por fim, foi possível observar que o nível desse letramento no professor influencia a aplicação da matemática no contexto da vida cotidiana. Portanto, os professores de matemática precisam de mais apoio e orientação para preparar efetivamente os alunos com as competências do século XXI.

O artigo assemelha-se à nossa proposta por utilizar os parâmetros do PISA para avaliar os letramentos Matemáticos e Científicos dos alunos, observando os baixos índices. Outro ponto similar entre os trabalhos é levar em consideração a percepção dos professores, que é uma das peças fundamentais do processo de ensino e aprendizagem. Concordamos com o fato da STEAM, apesar das muitas contribuições, apresenta um desafio na sua implementação e dificuldades processuais, fazendo com que os docentes priorizem a transmissão direta do conteúdo, em detrimento ao desenvolvimento efetivo das competências matemáticas dos estudantes. Seja por falta de apoio da gestão, problemas estruturais, tempo ou domínio de metodologias.

Considerando que os letramentos mencionados anteriormente, visto que esses envolvem uma aplicação crítica dos conceitos no mundo real, podemos inferir que o letramento STEAM está conectado aos letramentos empregados nas áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática, as disciplinas que compõem o acrônimo STEAM. Nesse contexto, o artigo de Kim *et al.*, (2020) investiga o letramento STEAM, antes e após a formação inicial dos docentes de diversas áreas. O foco é a aplicação das novas

engenharias e da cultura *maker*. O curso contou com a participação de 20 futuros professores. Com isso, foi possível avaliar o impacto educacional e os desafios enfrentados, por meio da análise de diários reflexivos observados na pesquisa.

Os resultados da pesquisa mostraram uma melhora significativa no letramento STEAM após a formação inicial dos educadores. Os autores utilizam o termo “Educação para a Convergência” como forma de justificar a inclusão da STEAM no processo formativo. Este conceito refere-se à integração de diferentes formas de conhecimento e aprendizagem. Desse modo, incentiva-se os alunos a estabelecerem conexões e conectarem conteúdos. Na etapa de avaliação, foram identificados desafios relacionados à falta de compreensão técnicas, e quanto a produção de protótipos foi percebido pelos alunos como uma sobrecarga de exercício. O letramento STEAM foi avaliado por intermédio de um teste estatístico e validado com 21 questões, e observou-se uma melhora após a implementação do experimento

Em relação à dissertação, um ponto em comum é a pesquisa com ênfase na formação de professores. Além disso, nosso estudo investiga a proposta STEAM juntamente com o desenvolvimento dos letramentos. Conforme demonstrado no artigo, essa abordagem se mostrou eficaz em um estudo de caso específico. Embora os resultados não possam ser generalizados, eles oferecem contribuições promissoras. No entanto, o que diferencia esta dissertação é que ela não mensurou o letramento dos professores, em vez disso, realizou uma reflexão e observou a percepção dos docentes.

Com isso, o objetivo dessa busca na literatura, que originou o estado da questão foi analisar a utilização da abordagem educacional STEAM com a perspectiva do desenvolvimento dos letramentos, referentes às suas áreas de conhecimento. Para que seja possível também fazer uma análise das percepções e reflexões dos professores durante o processo formativo para projetos utilizando a abordagem STEAM.

Durante o estado da questão, pudemos avaliar a relevância deste mapeamento de trabalhos para a área da Educação no que concerne à abordagem STEAM, pois, na literatura brasileira, há poucos estudos sobre a temática. E quando associados a outros temas, como o letramento, evidencia uma maior carência de pesquisas nesse campo.

Observa-se que, apesar de estudos das práticas integradas STEAM estarem presente nos Estados Unidos, em países da Europa e da Ásia, a pesquisa ainda é incipiente no Brasil.

Reconhecendo a importância da Educação por competências para atender às demandas da sociedade moderna, propomos a utilização de projetos dentro do contexto da abordagem STEAM, como forma de incentivar a criatividade, a inovação, a experimentação, a colaboração, o pensamento crítico, o raciocínio lógico, a resolução de problemas e a

preparação para o futuro, competências essas necessárias para o aluno do século XXI. Além disso, podemos observar que de acordo com as áreas STEAM podemos explorar habilidades para os letramentos relacionados a essa abordagem, porém, os estudos mostram que as contribuições ocorreram em pequenos estudos de casos, não sendo possível fazer uma generalização. Vale ressaltar também, os desafios para implementar a STEAM, como a falta de apoio, falta de domínio tecnológico, falta de interesse de professores, falta de estrutura escolar, falta de domínio metodológico, entre outros.

Com o desenvolvimento desses letramentos, é possível obter uma visão holística do mundo ao nosso redor. Observamos esse fato à medida que o letramento científico se faz necessário para entender e aplicar conceitos científicos de forma crítica. Da mesma forma, o letramento matemático é necessário para resolver problemas, e o letramento digital permite o uso de ferramentas digitais para resolver problemas com responsabilidade e criticidade. Juntos, esses letramentos permitem uma compreensão mais completa e integrada da STEAM.

Diante do exposto, com a proposta de utilizar a abordagem STEAM com a perspectiva de desenvolver letramentos, em especial os letramentos que correspondem às áreas de conhecimento da STEAM, detalharemos os procedimentos metodológicos na próxima seção.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta seção é destinada ao percurso metodológico utilizado durante o trajeto da pesquisa. Contendo assim, a descrição a partir da caracterização do estudo, o local da pesquisa e sujeitos, o programa que fomentou essa dissertação, atividades que foram desenvolvidas, instrumentos para coleta de dados, e por fim, os procedimentos para análise dos dados.

5.1 Caracterização do Estudo

O desenvolvimento dessa pesquisa ancora-se na realização de oito encontros formativos, como parte das ações do projeto intitulado *Integrando STEAM e inglês na rede pública brasileira de ensino: um estudo piloto no Programa de Residência Pedagógica da UFC*, com aprovação no Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE), sob número 71657123.0.0000.5054 e parecer nº 6.246.226, cadastrado no Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Ceará (UFC). A formação teve como objetivo discutir juntamente com professores da Educação Básica, a proposição de projetos e práticas utilizando a perspectiva da integração da STEAM e o Inglês como segunda língua.

A metodologia deste estudo tem uma abordagem qualitativa, considerando que nesse tipo de pesquisa, segundo Bogdan e Biklen (1991), a fonte dos dados é o ambiente natural; a investigação do processo interessa mais que o resultado e o contexto influencia no comportamento do estudo. Desse modo, o conteúdo da dissertação foca no processo formativo dos professores, o que leva a uma pesquisa qualitativa.

A pesquisa qualitativa é do tipo estudo de caso, pois, esse estudo é “[...] uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos” (YIN, 2003, p. 32). Utilizando-se da observação participante, segundo o autor, o pesquisador deixa de ser passivo e assume funções dentro do estudo.

No contexto da pesquisa participante, esta pesquisadora desempenhou um papel nas reuniões de planejamento do processo formativo, auxiliou na produção de material, catalogou materiais e atividades práticas utilizadas na formação, além de fazer parte da mediação dos encontros em colaboração com o grupo de pesquisa.

Castro-Filho, Freire e Maia (2021) apresentam uma característica do estudo de caso, quanto a necessidade de investigar situações específicas, nas quais a interpretação do pesquisador é importante. Os autores concordam que esse tipo de estudo é mais utilizado em

pesquisas qualitativas, e apresentam um caráter interpretativo dos fenômenos contextualizados em ambientes pouco controlados. Trivinos (1987) complementa sobre o estudo de caso, ao enfatizar que este possui uma análise profunda do objeto da pesquisa.

Com base nos objetivos, a pesquisa é do tipo descritiva, pois no estudo de Caso essa perspectiva é adequada para “pesquisas que procuram descrever um fenômeno ou realidade, geralmente, ainda pouco conhecido” (CASTRO-FILHO; FREIRE; MAIA, 2021, p. 6). Neste sentido, o objeto de estudo será caracterizado apresentando uma descrição do fenômeno estudado, produzindo informações detalhadas para ajudar na compreensão do objeto. Esse, foi delimitado por professores, que se inscreveram no processo formativo por adesão, de duas escolas participantes do projeto *Integrando STEAM e inglês na rede pública brasileira de ensino: um estudo piloto no Programa de Residência Pedagógica da UFC*, pertencentes à rede estadual de Caucaia e municipal de Fortaleza.

De acordo com Triviños (1987), a maioria dos estudos da Educação são desse tipo, pois, apresentam um desejo de conhecer as características e problemas da comunidade escolar. Na próxima subseção apresenta-se o local de pesquisa e sujeitos.

5.2 Local da Pesquisa e Sujeitos

No Ceará, duas escolas participam do projeto *Integrando STEAM e inglês na rede pública brasileira de ensino: um estudo piloto no Programa de Residência Pedagógica da UFC*, conforme o quadro 6.

Quadro 6 — Informações das escolas participantes

Escola/Cidade	Quantidade de Professores	Nível de Ensino
Escola A/ Fortaleza	5	Escola Integral (5º ao 9º ano do Ensino Fundamental)
Escola B/ Caucaia	9	Escola Profissional (1º ao 3º ano do Ensino Médio)
TOTAL	14 professores	

Fonte: própria autora (2023).

As escolas mencionadas no Quadro 6 concordaram em participar da pesquisa, assinando, para isso, um termo de anuência e os professores assinaram Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo B).

Optou-se por utilizar as duas escolas como campo de pesquisa para ampliar a percepção sobre a temática dos professores pertencentes a diferentes níveis de escolaridade, assim como disciplinas diversificadas, pois, a abordagem STEAM prima por projetos interdisciplinares, assim obteve-se uma visão de diferentes perspectivas.

Para uma melhor descrição das ações docentes e manter o anonimato, os professores serão denominados de professores A1, A2, A3, A4, e A5 e B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8 e B9 para designar os professores pertencentes respectivamente à escola A, de Fortaleza e à escola B, em Caucaia. As disciplinas de cada professor estão dispostas no quadro 7.

Quadro 7 — Disciplina e descrição dos professores participantes

Escola	Descrição do Professor	Disciplina
Escola A	A1	Português
	A2	Matemática
	A3	Português
	A4	Inglês
	A5	Inglês
Escola B	B1	Física
	B2	Informática
	B3	Química
	B4	Matemática
	B5	Educação Física
	B6	Matemática
	B7	Inglês
	B8	Português
	B9	Biologia

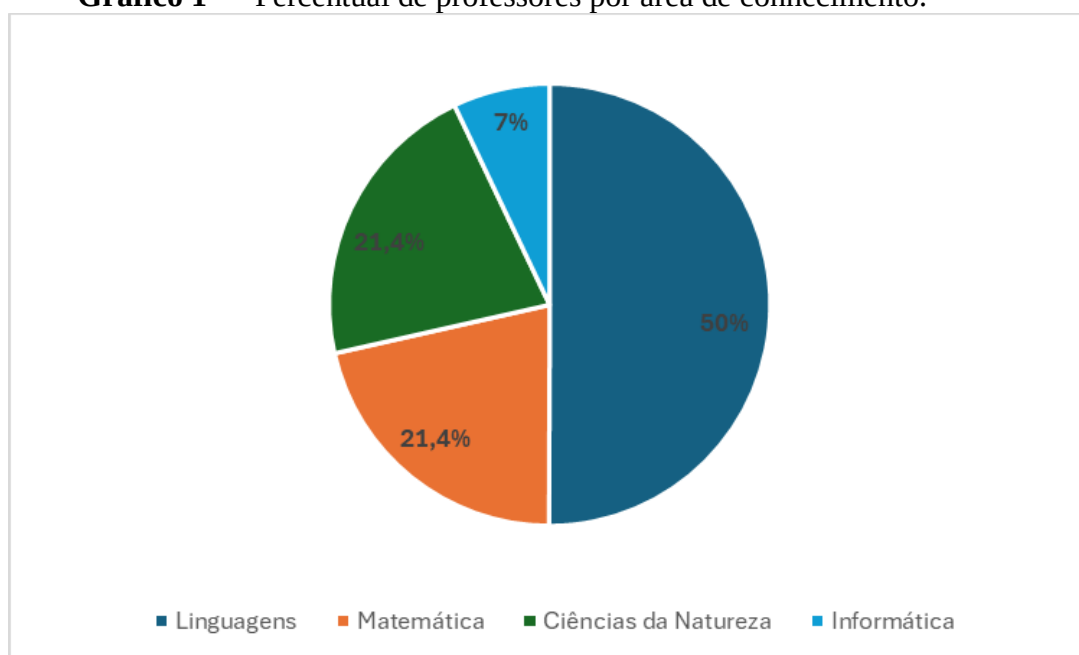
Fonte: própria autora (2023)

No quadro 7, observam-se a diversidade de disciplinas e especialidades dos professores, o que contribuiu para as discussões das integrações pertinentes à STEAM, observando também seu caráter multidisciplinar. Assim, pudemos unir as áreas da Linguagem, Natureza e Matemática, faltando apenas professores das Ciências Humanas devido ao choque de horário das formações.

Examinando os sujeitos da pesquisa, suas reflexões, percepções e concepções, a princípio, observamos o perfil dos professores envolvidos quanto ao sexo, idade, área e tempo de atuação. A média de idade entre os participantes é de 44 anos, enquanto a média do tempo de atuação é de 16 anos. Os professores têm bastante experiência, visto que, os períodos em sala de aula variam entre 7 e 26 anos. Com relação ao sexo, 35,71% são do sexo feminino e 64,29% são do sexo masculino, distribuídos entre as áreas das Linguagens, Ciências da Natureza e Matemática. Porém, desses, todos os professores das áreas propriamente relacionadas à STEAM, são do sexo masculino.

As porcentagens referentes a distribuição de professores por áreas de conhecimento estão apresentadas no gráfico 1.

Gráfico 1 — Percentual de professores por área de conhecimento.



Fonte: dados da pesquisa (2023).

Conforme o quadro 1, apenas a área das Ciências Humanas não esteve presente nos encontros formativos devido aos horários dos planejamentos dos professores dessa área. Vale ressaltar que o grande quantitativo dos professores das linguagens deve-se ao fato do projeto integrar também a língua inglesa.

Na próxima subseção apresenta-se o projeto que deu suporte ao desenvolvimento dessa dissertação.

5.3 Descrição do projeto com parceria entre: a UFC, a UNCW e o Consulado Americano

O projeto intitulado “*Integrating STEAM & English in the Brazilian Public School System: A pilot study at the UFC Pedagogical Residency Program*”, em tradução livre significa “Integrando STEAM e inglês na rede pública brasileira de ensino: um estudo piloto no Programa de Residência Pedagógica da UFC”, foi escolhido entre outros cem projetos pelo Consulado-Geral dos Estados Unidos em Recife no Edital Projetos EUA-Brasil¹. Sua origem deu-se por meio de parceria entre: a Universidade Federal do Ceará (UFC); a Fundação de Apoio à Cultura, à Pesquisa e ao Desenvolvimento Institucional, Científico e Tecnológico (FUNDAÇÃO CETREDE) e a *University of North Carolina at Wilmington* (UNCW), tendo como diferencial o suporte de uma Universidade Americana.

O projeto visa preparar professores da formação inicial e formação continuada, promovendo um currículo que integra o *English as a Second Language* (ESL - Inglês como segunda língua) e a abordagem STEAM. Desse modo, busca-se propiciar treinamento para o desenvolvimento de competências por meio de práticas interdisciplinares e troca de experiências. Dentre as atividades do projeto encontram-se: seminários, planejamento, reuniões de treinamento, encontros formativos e intervenção. Foram utilizadas ferramentas digitais como *Youtube*, *Google Drive*, *Scratch* e *Whatsapp*.

O projeto possui uma equipe multidisciplinar, tendo como membros : José A. Castro Filho (Professor da UFC e doutor em Educação Matemática); Lídia A. B. Cardoso (Especialista em ESL, Professora Associada da UFC e Doutora em Linguística); Maria de Fátima C. Souza (Professora Associada da UFC e Doutora em Engenharia de Teleinformática); Juscileide B. Castro (Especialista STEAM, Professora Adjunta da UFC e Doutora em Educação); Carolina M. R. Silva (Especialista em ESL , Professora Associada da UFC e Doutora em Educação); Daisyane C. Barreto (Especialista em Tecnologia Instrucional, professora Associada da UNCW com PhD em Tecnologia Instrucional). O projeto contando também com bolsistas da graduação, do programa de Residência Pedagógica em Língua Inglesa, de estudantes pós-graduação e de preceptores e professores da Educação Básica das escolas parceiras. O projeto foi dividido nas seguintes etapas: 1- Formação inicial para futuros professores (estudantes do curso de Licenciatura em Língua Inglesa da UFC); 2 -Treinamento para professores da escola participante; 3- Projeto de intervenção com os alunos. Vale ressaltar, que a aplicação da dissertação ocorreu na etapa 2 do projeto.

¹ <https://br.usembassy.gov/pt/consulado-geral-dos-eua-no-recife-lanca-edital-para-financiamento-de-projetos/>

A escola A, escolhida para o desenvolvimento do projeto, é municipal e de tempo integral, localizada na periferia de Fortaleza. O público-alvo da pesquisa são professores do Ensino Fundamental dos anos finais. A escola B é de ensino profissional e médio, localizada no município de Caucaia, por ter professores do Ensino Médio das áreas da Ciências da Natureza, Matemática e Linguagens. Ambas as escolas fazem parte do programa de Residência Pedagógica em Língua Inglesa na UFC e pelo interesse e disponibilidade de receber esse projeto.

Com a formação STEAM o programa busca impactar de forma direta ou indireta: professores da formação inicial; os professores e alunos do Ensino Fundamental e Médio, das escolas participantes; estudantes de pós-graduação da UNCW e da UFC e outros membros da comunidade escolar.

Na próxima subseção apresenta-se o detalhamento das atividades e etapas desenvolvidas durante o percurso.

5.4 Desenvolvimento da pesquisa e atividades

A pesquisadora esteve envolvida em todos os encontros formativos, contribuindo desde o planejamento e até a preparação do módulo de Matemática. A equipe, composta por professores da UFC, bolsistas de graduação e pós-graduação, conduziu a formação durante o período de 30 de agosto a 13 de dezembro de 2023. Esses encontros foram realizados presencialmente e divididos em 8 dias.

Foram realizadas atividades assíncronas para a resolução das atividades dos módulos, bem como para o planejamento e execução de projetos STEAM. Os exercícios, módulos e demais materiais estão disponíveis em uma pasta no *Google Drive*, e a comunicação foi realizada através do *Whatsapp*.

A metodologia da formação baseou-se no trabalho colaborativo do grupo de pesquisa, desde o planejamento até o encerramento. As atividades e os planejamentos dos projetos foram divididos de acordo com o material produzido por uma bolsista de pós-graduação e especialista em STEAM da *University of North Carolina at Wilmington*.

O material didático, ofertado pelos encontros formativos, foi composto por 8 módulos *on-line*. Cada módulo tem o foco específico em uma área de conhecimento da STEAM, mas sempre levando em consideração a integração entre elas. Os módulos foram divididos em: 1)

Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP)², 2) Inglês como Segunda Língua (ESL)³, 3) Ciências⁴, 4) Matemática⁵, 5) Engenharia⁶, 6) Artes⁷ e 7) Tecnologia⁸. Os módulos contêm recursos, instruções, exemplos práticos e atividades com *feedbacks*. Esses foram desenvolvidos por Hamm (2023).

A carga horária total da formação foi de 50 horas, divididas em 8 encontros presenciais de 2 horas/aula cada e 34 horas/aula dedicadas às atividades assíncronas para o desenvolvimento das atividades dos módulos e para a implementação dos projetos com os alunos. As datas dos encontros e mais detalhes sobre o conteúdo de cada encontro podem ser encontrados no quadro 8.

Quadro 8 — Datas e temas dos encontros

Datas escola A	Datas escola B	Tema dos Encontros
30/08/23	20/09/23	Encontro 1: Apresentação da formação e introdução à STEAM e ESL
20/09/23	27/09/23	Encontro 2: Módulo da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP)
27/09/23	01/11/23	Encontro 3: Módulo de Ciências: construção de filtros artesanais
02/10/23	11/10/23	Encontro 4: Módulo ESL: estratégias para compreensão de textos em Inglês
16/10/23	08/11/23	Encontro 5: Módulo de Engenharia e Artes: construção de uma miniusina eólica e o tênis como expressão artística
06/11/23	06/12/23	Encontro 6: Módulo de Matemática: Estatística e a Ciências dos aviões
22/11/23	13/12/23	Encontro 7: Módulo de Tecnologia: primeiros passos do Pensamento Computacional, Robôs e o <i>Scratch</i>
01/12/23	13/12/23	Encontro 8: Encerramento
Carga Horária presencial		16 horas

Fonte: própria autora (2023).

Os encontros foram organizados da seguinte maneira: o primeiro encontro consistiu na apresentação dos módulos e na introdução às temáticas STEAM, ESL e ABP. Este encontro

² Disponível em: <https://rise.articulate.com/share/MtRAeID86LcOU4MWjVJInovpAjmuRH-6>

³ Disponível em: <https://rise.articulate.com/share/s-YtKoq7eXVeJKPbtaoXWWde-4-0G50T>

⁴ Disponível em: <https://rise.articulate.com/share/D816WYyG2i1vpA8w-glR9kp3tOOKC3Ls>

⁵ Disponível em: <https://rise.articulate.com/share/ddFOH71tAjs1rzGurXQ1ji1XlHz3yqTJ>

⁶ Disponível em: https://rise.articulate.com/share/vHWsiKWhgja7xgb999TSeUjA_i25giA3

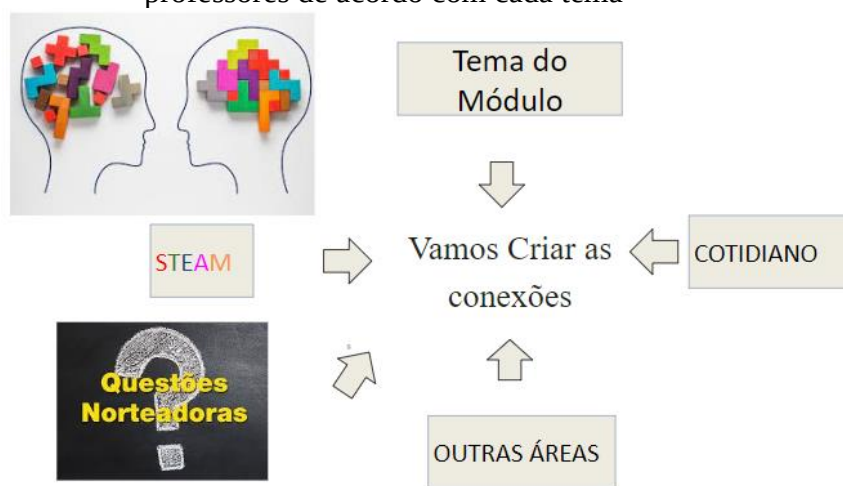
⁷ Disponível em: <https://rise.articulate.com/share/OHvBqud2qHXLmTGC8rgC4rogp6AxPH63>

⁸ Disponível em: <https://rise.articulate.com/share/-FQRjUsNVdzvCqXYnJ305sEo96890hvm>

também incluiu um momento de reflexão sobre a utilização de projetos, o ensino tradicional e a avaliação dos conhecimentos prévios sobre a STEAM. Nessa ocasião, foram disponibilizados instrumentos para a coleta de dados iniciais, com o objetivo de traçar o perfil dos professores (conforme Apêndice A).

Em cada módulo e tema proposto, os professores expressaram suas inquietações, sugestões e ideias sobre como poderíamos estruturar um projeto a partir de uma questão norteadora, quais conteúdo das áreas STEAM poderiam ser mobilizados, quais competências poderiam ser desenvolvidas e quais aplicações poderiam ser feitas no cotidiano. O esquema dessas conexões pode ser exemplificado pela Figura 7.

Figura 7 — Conexões entre as áreas STEAM, ABP e o cotidiano na concepção dos professores de acordo com cada tema



Fonte: dados da pesquisa (2023).

No segundo encontro aprofundamos a relação entre STEAM e a aprendizagem baseada em projetos. Houve uma mediação entre os conceitos STEAM e as percepções dos professores sobre a integração das áreas de conhecimento, bem como suas possíveis contribuições e desafios. A partir desse encontro, utilizamos a criação de artefatos ou protótipos que, de certa forma, serviam como temática convergente para Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática. Isso também promoveu competências e habilidades, observadas pelos professores.

Algumas respostas esperadas para as conexões entre a temática, a STEAM e o cotidiano, de acordo com os questionamentos da Figura 7, são: a experimentação de materiais de construção; como são feitos os tijolos; os tipos de moradia; a cultura e moradia; a investigação do clima e o tipo de construção; arte e design de casas; habilidades

socioemocionais; cidadania; grandezas e medidas; e a utilização de recursos como livros (por exemplo, “Onde as crianças dormem”, notícias e vídeos).

Após a reflexão, demos início à primeira prática, na qual exploramos a história infantil dos Três Porquinhos, a atividade foi inspirada pela professora Emilly Fidelix do canal “se liga prof”, a docente é especialista em STEAM (FIDELIX, 2023). Essa prática trouxe à tona o debate sobre os tipos de moradias e quais fenômenos naturais podem influenciar no desempenho estrutural da moradia (como enchentes e terremotos). O exercício prático proposto foi que os professores, divididos em grupos e trabalhando na resolução do problema, construíssem um modelo de casa com o material proposto em sala (como palito de picolé, papel, palito de churrasco, entre outros.) que fosse resistente à ventania. Após a atividade, deixamos a seguinte questão: A partir do modelo de atividade apresentado e levando em consideração o planejamento, quais habilidades os alunos podem desenvolver? E como?

No terceiro encontro, o tema do módulo (HAMM, 2023c) foi o acesso à água limpa, com foco central na Ciência. Assim como no encontro anterior, discutimos questões norteadoras, as conexões STEAM, o projeto, quais mídias poderíamos utilizar para imersão no assunto e as implicações no cotidiano. Algumas possíveis respostas para essas questões eram: utilizar vocabulário científico em inglês; fazer pesquisas; calcular o consumo e a conta de água de forma *on-line* ou manual; criação de filtros (engenharia e artes); experimentação dos materiais de filtragem; uso de microscópio; medição do PH.

A atividade prática desse módulo consistia na construção de filtros caseiros utilizando garrafa pet e a experimentação de materiais que pudessem formar uma barreira de filtragem. A prática foi inspirada nas atividades presentes no módulo de Ciências. Após a atividade, os professores debateram sobre o letramento científico, a partir das questões: Você sabe o que é letramento científico? Um projeto STEAM é capaz de contribuir para o desenvolvimento do letramento científico do aluno, para que ele participe de forma eficiente como cidadão no processo de tomada de decisão sobre questões envolvendo saúde, energia, alimentação, recursos naturais, meio ambiente, entre outros? Como o professor pode contribuir no processo de letramento científico do aluno?

O quarto encontro correspondeu à utilização do Inglês como segunda língua (ESL). Apesar de não ser o foco desta dissertação, foi um diferencial do projeto de pesquisa a inclusão do Inglês nos projetos no contexto STEAM. Nesse momento, foi utilizado o livro “*Mae among the stars*”, que conta a história real de uma menina que queria ser astronauta. O livro estava todo em inglês e tinha muitas figuras. Em colaboração, os professores deveriam contar a história, colocando em ordem os fragmentos do livro.

Em uma das escolas foram utilizadas as imagens e pequenos textos em Inglês e na outra escola apenas os textos. Os professores, em grupo, deveriam criar estratégias para leitura, apesar de muitos docentes não terem proficiência na língua inglesa, os docentes tentaram traçar maneiras para o entendimento da leitura. As interações, principalmente da Ciência, foram debatidas no contexto do encontro e as habilidades utilizadas para realizar a leitura colaborativa.

No quinto encontro, uniram-se as temáticas da Engenharia e das Artes. O módulo da Engenharia explorou a energia eólica e, nas Artes, os ténis, movimentos artísticos, em especial o cubismo, que foi aliado ao conteúdo matemático, e artes imersivas. Após o momento de reflexão sobre as conexões já mencionadas nos outros encontros, partimos para a atividade prática, que consistia na elaboração de uma miniusina eólica funcional. O módulo de Engenharia (HAMM, 2023e) tem ideias para o desenvolvimento de atividades práticas, como por exemplo a criação de moinhos de vento e a utilização de turbinas, adaptamos as ideias para a construção da miniusina eólica. Os professores deveriam investigar quais os materiais utilizados, como conseguir material de baixo custo e quais as questões poderiam surgir a partir do funcionamento ou não do experimento, para, por fim, realizar o experimento.

Algumas possíveis conexões que poderiam ser esperadas nesse módulo são: velocidade do vento; densidade do ar; impactos no meio ambiente; evolução dos moinhos de vento até as turbinas eólicas; prototipação e criação de fonte de energia eólica; artesanato e design de cataventos e moinhos de vento; gráfico interativo em que os alunos possam manipular as variáveis do vento.

Os questionamentos utilizados para os dois módulos foram: Como conectar a Engenharia e a Arte? Como relacionar a Matemática e Arte? Como você projetaria uma nova turbina eólica? Qual a importância em criar energia renovável? Quais os materiais necessários para criar a miniusina? Onde posso encontrar um motor? Por que um motor funciona e outro não? Como fazer para gerar o vento? Existe uma posição correta para colocar o led? Como eu descubro a voltagem? Como melhorar o design do projeto? Qual a importância de aliar habilidades de Artes e Engenharia ao nosso cotidiano?

No sexto encontro, o foco estava na Matemática, representada pela Estatística utilizada para medir a confiabilidade de aviões de papel. A atividade foi estimulada pelo módulo de Matemática (HAMM, 2023d). Após estabelecer as conexões STEAM presentes nos aviões, realizou-se uma atividade prática que consistia na produção de aviões de papel, com diferentes modelos e formatos de asas. Isso abriu margem para investigações na forma das

seguintes questões: O que faz um avião de papel voar mais longe? Qual formato de asa faz o avião voar mais devagar? Por quê? Qual formato de asa faz o avião voar mais rápido? Por quê? Como o ângulo da asa afeta a distância percorrida pelo avião? Como o ângulo de lançamento do avião afeta a distância de voo? Como a análise estatística auxilia na tomada de decisões? Qual é o melhor design para fazer um pedaço de papel percorrer a maior distância em um único lançamento?

Na sequência, era necessário fazer as medições das distâncias e verificar a média. No entanto, essa etapa ficou apenas no campo do diálogo. Também debatemos sobre lançadores e catapultas e a Ciência intrínseca ao funcionamento dessas máquinas. Algumas conexões STEAM esperadas na temática dos aviões eram: declaração de problema - Como o avião voa; velocidade; peso; impulso; gravidade; arrasto; 3º lei de Newton; planilhas eletrônicas para medição de dados dos aviões; GPS; sensores utilizados nos aviões; prototipação de aviões; lançadores de avião e catapultas; origamis e dobraduras; cálculos e medidas estatísticas; custo e preço das passagens; simetria.

No âmbito do letramento matemático, os professores trouxeram a percepção sobre as questões: O que entende por letramento matemático? Já ouviram o termo? O quanto observamos estatística no nosso cotidiano? Quais situações nos deparamos com a Matemática e com a estatística no nosso cotidiano? Para entender um pouco mais sobre esses pontos, além das reflexões presentes nas gravações, também foi passado o *link* do Padlet⁹, uma ferramenta que permite criar quadros interativos e *on-line*.

O sétimo e último módulo foi referente à Tecnologia. Nele, discutimos sobre o que é um robô e como ele difere de outros tipos de máquinas (HAMM, 2023g). Discutimos também sobre as habilidades básicas de programação, necessárias para ensinar aos robôs o que fazer. Teve uma atividade desplugada (Anexo C), uma reflexão sobre como a tecnologia está presente no nosso dia a dia e na escola. Em seguida, foi aplicada uma atividade prática, que consistia na utilização, de modo introdutório, ao *Scratch*¹⁰. O *Scratch* é uma plataforma *on-line* criada pelo *Massachusetts Institute for Technology* (MIT) projetada para ensinar habilidades de codificação. Ele também fornece um número generoso de planos de aula, recursos e tutoriais para educadores aprenderem como usar a plataforma.

Por fim, no último encontro aconteceu o encerramento, no qual foi possível apresentar as atividades do projeto de pesquisa “Integrando STEAM e inglês na rede pública brasileira de ensino: um estudo piloto no Programa de Residência Pedagógica da UFC” para

⁹ Disponível em: <https://padlet.com/dashboard>

¹⁰ Disponível em: <https://SCRATCH.mit.edu/>

representantes do Consulado Americano de Recife. Nesse momento, também foi possível receber avaliação dos professores, ouvir depoimentos, apresentar a formação e apresentar o trabalho dos alunos, sendo que este último não foi o foco da dissertação.

O quadro 9 mostra um resumo dos materiais, temas dos módulos, atividades realizadas e materiais utilizados durante os encontros formativos, em suma, o detalhamento dos encontros.

Quadro 9 — Resumo dos temas, atividades e materiais utilizados nos encontros

Encontro	Tema	Atividade	Materiais
1	Introdução	Traçar o perfil do professor	Formulário <i>on-line</i>
2	Aprendizagem Baseada em Projetos	Construção de casinha baseada na história dos 3 porquinhos	Jujuba Papel Palito de dente Palito de Churrasco Palito de Picolé Fita adesiva Elástico Canudo
3	Ciência: Água	Construção filtro caseiro	Garrafa pet Areia Pedregulho Filtro de Café Carvão ativado Gaze Elástico
4	ESL	Leitura colaborativa da história em inglês: <i>May among the stars</i>	Recortes do livro
5	Engenharia: Energia Eólica Artes: tênis	Criação de uma miniusina eólica	Ventilador Motor de dvd Led Hélices
6	Matemática: Estatística dos aviões de papel	Criação de aviões de papel variados	Papel Fita métrica
7	Tecnologia: robôs, programação e SCRATCH	Atividade de pensamento computacional desplugada e minioficina SCRATCH	Atividade impressa Notebook e Internet
8	Encerramento	Avaliação do Encontro formativo	Formulário <i>on-line</i>

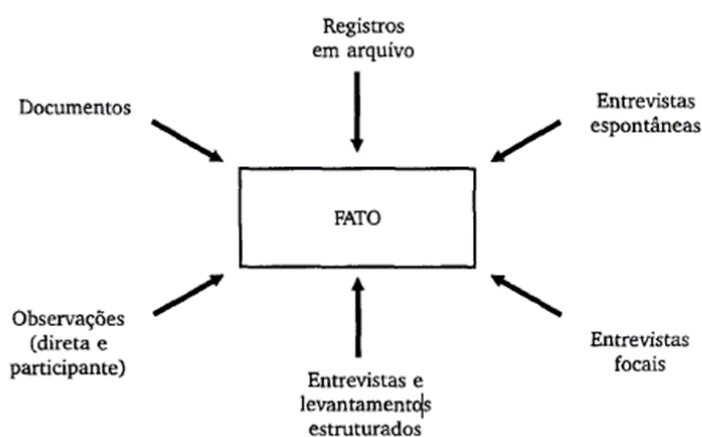
Fonte: dados da pesquisa (2023).

É importante ressaltar que a pesquisa optou por utilizar materiais de baixo custo, visando facilitar o acesso a esses materiais por parte das escolas públicas e dos professores. A seguir, apresentaremos os instrumentos utilizados para a coleta de dados.

5.5 Instrumentos para coleta de dados

Para Yin (2003), as evidências do estudo de caso podem vir de seis fontes distintas, conforme a figura 8, convergindo para uma descoberta, usando princípios na investigação tais como: usar duas ou mais fontes; utilização de banco de dados para unir evidências; criação de ligações e conclusões entre os dados coletados. A figura 8 mostra os instrumentos que podem ser utilizados no estudo de caso.

Figura 8 — Convergência de várias fontes de evidências do estudo de caso



Fonte: Yin (2003, p. 131).

Diante disso, para coleta de dados desta pesquisa foram utilizados: questionários, entrevistas, gravações, transcrições dos encontros formativos, apontamentos do diário de campo e análise das atividades práticas construídas durante a etapa da observação participante. Os instrumentos aplicados de acordo com o quadro 6, serão aplicados no início, no desenvolvimento e ao final da pesquisa.

Para facilitar o entendimento, o projeto será dividido em três etapas: a primeira etapa, que ocorreu no início da aplicação, é composta pela aplicação de um questionário para traçar o perfil do professor e para investigar a sua interação com algumas áreas STEAM (Apêndice A) disponibilizado através do *Google Forms*. É importante destacar que a presença da Engenharia não é evidente no currículo do Ensino Fundamental e Médio brasileiro. Assim como a Engenharia, as Artes também não foi o eixo central dessa dissertação, mas ambas as áreas são abordadas durante os debates, reflexões e percepções dos professores.

Na segunda etapa, durante o desenvolvimento dos encontros formativos, foram analisadas as contribuições e os desafios existentes nas conexões presentes entre as áreas STEAM. Isso foi feito levando em consideração as perspectivas dos professores para o desenvolvimento de competências e habilidades necessárias para os letramentos presentes nessas áreas. Nessa etapa foram utilizados diários de campo (Apêndice B), assim como a observação participante e a utilização de gravações.

Na terceira e última etapa, após os encontros formativos, teve-se a aplicação de um questionário acerca do conhecimento obtido sobre STEAM, as novas compreensões sobre as temáticas, STEAM e letramentos (Apêndice C) também disponibilizado através do *Google Forms*. Nessa etapa, também foi realizada uma entrevista com os professores acerca de sua compreensão sobre a interdisciplinaridade, as contribuições e as dificuldades presentes em atividades no contexto STEAM (Apêndice D).

Importante ressaltar, que algumas questões dos formulários foram utilizadas na Escala *Likert*. Para Poyter (2010), a escala *Likert* é comum em pesquisas para avaliar o nível de concordância dos respondentes. Os níveis podem variar entre 4 e 14 itens, sendo usado mais comumente 5 itens, por exemplo: discordo totalmente; discordo; não concordo nem discordo; concordo e concordo totalmente. Outra maneira é utilizar as pontuações de 1 a 5. Oliveira (2001) complementa que a escala de *Likert* leva em consideração as crenças dos sujeitos da pesquisa sobre o objeto de estudo, além de prover as direções sobre as atitudes dos respondentes quanto à discordância, concordância e neutralidade.

Foram utilizadas as escalas: de 1 a 5; de frequência (Muita frequência, Frequentemente, Ocasionalmente, Raramente e Nunca); de nível de importância (muito importante, importante, razoavelmente importante, pouco importante, sem importância) e concordância (discordo totalmente, discordo, neutro, concordo, concordo totalmente).

Poyter (2010) avalia que se pode utilizar uma pontuação correspondente a cada nível e analisar a média, moda, porcentagem e mediana, ou seja, será feita uma análise descritiva de itens. Nessa dissertação, vamos à direção de cinco itens, para concordância (concordo e concordo totalmente), discordância (discordo e discordo totalmente) e neutralidade. Além de observar a média e a moda, quando necessário, para entender melhor o comportamento dos dados.

Todas as atividades STEAM, as interações presentes durante os encontros formativos e os experimentos realizados foram considerados material de pesquisa, sendo devidamente analisados. Posteriormente, esclarecemos sobre os procedimentos para análise dos dados.

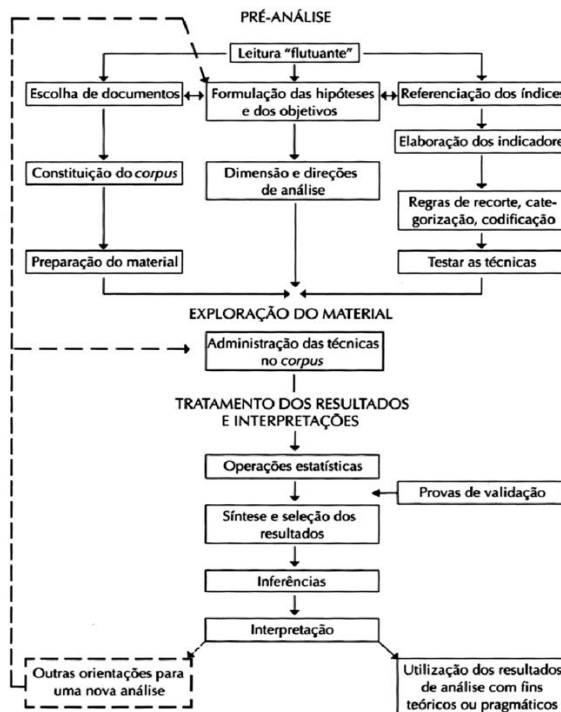
5.6 Procedimentos para análise dos dados

Para Triviños (1987), a análise de conteúdo é um método utilizado em pesquisas qualitativas. Bardin (1977) a define como:

[...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 1977, p. 42).

Com isso, os questionários, as transcrições das entrevistas, observação dos encontros e material produzido foram organizados, sistematizados e categorizados para análise de conteúdo. Bardin (1977) assinala três etapas para essa análise: 1) A pré-análise; 2) A exploração do material; 3) O tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação; conforme exposto na figura 9:

Figura 9 — Desenvolvimento de uma análise.



Fonte: Bardin (1977, p. 102).

A pré-análise é a fase de organização, no qual ocorre a sistematização das ideias iniciais, nessa etapa acontece a escolha dos instrumentos de pesquisa, a formulação de hipóteses/objetivos e a elaboração dos indicadores. A documentação escolhida deve ter: exaustividade (explorar toda a documentação); representatividade (respeitando o tamanho do

universo e amostragem rigorosos); homogeneidade (obedecer a critérios); pertinência (documentos adequados). Quanto às hipóteses, as propostas iniciais que a pesquisa verifica para confirmar ou não, e o objetivo é a finalidade de acordo com o referencial teórico. E por fim nessa fase temos a elaboração de indicadores que se referem à criação e escolha dos índices da pesquisa (BARDIN, 1977).

Para Bardin, durante a fase da exploração do material, a partir de regras pré-formuladas, consiste na codificação e enumeração dos resultados. Ocorre a divisão sistemática das tomadas de decisões. É a fase mais longa. Por último, tem-se a fase do tratamento e interpretação dos resultados, na qual os resultados brutos são tratados. Ocorre a elaboração de quadros, diagramas, análises estatísticas, figuras, entre outros. Momento de realizar as inferências e interpretação dos resultados.

A seguir apresenta-se a discussão e análise dos resultados.

6 APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção, apresentam-se os resultados da análise de conteúdo, seguindo a metodologia de Bardin (2016). Como exposto nos procedimentos metodológicos supracitados, essa etapa foi dividida em 3 fases e organizadas em três subseções: 1) Pré-análise: fase na qual ocorre a organização do corpus da pesquisa; 2) Exploração do material: nessa realizamos a codificação e categorização dos dados e 3) Análise e interpretação dos resultados divididos por categorias: a fase final corresponde ao tratamento e interpretação dos dados. A seguir a fase da pré-análise:

6.1 Pré-análise

Durante a pré-análise, ocorreu a organização do material e a sistematização das ideias iniciais. Também foram escolhidos os documentos a serem analisados por meio da leitura flutuante, ou seja, a leitura exaustiva dos dados brutos. Além disso, ocorre a elaboração de hipóteses de acordo com o objetivo (BARDIN, 2016).

Após a leitura flutuante, Bardin (2016) propõe uma exaustividade dos dados. Nessa etapa, ocorreu um domínio aprofundado de todos os documentos presentes no *corpus*, não deixando de lado nenhum elemento. O *corpus* foi constituído por um formulário inicial, formulário final, entrevistas dos docentes e a observação das reflexões feitas pelos professores durante os encontros formativos presentes nas transcrições e gravações. Toda a leitura desses elementos foi orientada pelo objetivo de pesquisa.

A autora também orienta que ocorra representatividade nos dados, na escolha de amostras selecionadas de forma rigorosa e a homogeneidade, obedecendo critérios rígidos de escolhas. Todos os passos orientados por Bardin (2016) foram seguidos nessa etapa de pré-análise, para que na etapa seguinte fosse possível elaborar as categorias para análise dos resultados.

A seguir apresenta-se a exploração do material de pesquisa para a divisão de categorias.

6.2 Exploração do material

Nesta etapa, a partir da exploração do material, ocorreu o movimento de categorização da análise de conteúdo, consistiu na elaboração da enumeração dos professores e codificação dos achados (BARDIN, 2016). Durante essa fase, aconteceu uma leitura aprofundada do material coletado orientado pelo referencial teórico,

As categorias foram criadas em diálogo com os achados, o problema de pesquisa, o objetivo e o referencial teórico, essas vão mobilizar as discussões. As categorias foram agrupadas a partir das unidades de contexto e unidade registro. A unidade de contexto “corresponde ao segmento da mensagem [...]” (BARDIN, 1977, p. 107), essa unidade pode ser uma palavra ou conjunto de palavras que foram extraídas dos dados. A unidade de registro dá significado e sentido ao recorte (BARDIN, 1977). Por fim, as categorias vão agrupar os eixos temáticos e guiar as discussões. A síntese dos elementos que compõe as categorias está organizada no quadro 10

Quadro 10 — Síntese das categorias de análise

Unidade de contexto	Unidade de Registro	Categorias
1. Conteúdos fragmentados	Multidisciplinaridade	Conexões entre as áreas STEAM
2. Projetos interdisciplinares 3. Interseção entre 2 ou mais disciplinas incluindo o contexto social	Interdisciplinaridade	
4. Contexto do aluno 5. Conexão ou integração entre áreas	Transdisciplinaridade	
6. Explicar fenômenos científicos 7. Investigação 8. Experimentação	Habilidades e competências para o letramento científico	Habilidades e competências para os letramentos das áreas STEAM
9. Resolução de problemas 10. Raciocinar e argumentar	Habilidades e competências para o letramento matemático	
11. Análise crítica do digital 12. Usar ferramentas digitais	Habilidades e competências para letramento digital	
13. Estruturais 14. Humanos	Desafios	Desafios para utilização de atividades STEAM

Fonte: dados da pesquisa (2023)

Os elementos das categorias foram criados a partir da articulação com referencial e dos dados, desse modo foram divididas de acordo com os objetivos específicos, a fim de alcançar o objetivo geral: investigar as concepções dos professores da Educação Básica, referente às contribuições e desafios atividades STEAM, durante um processo formativo, observados pela perspectiva dos letramentos relacionados às áreas de conhecimento dessa abordagem.

Componentes para as Competências do século XXI como a colaboração, o pensamento crítico e o protagonismo, além de competências e habilidades para Artes, como a utilização de design e criatividade e da Engenharia, a criação e testagem de protótipos fazem parte dos achados da pesquisa perceptíveis pelos docentes, contudo, devido à delimitação dos objetivos optou-se pelo aprofundamento apenas das categorias presentes no Quadro 10.

A seguir, tem-se o tratamento e interpretação dos resultados por intermédio da análise das categorias.

6.3 Tratamento dos resultados e interpretação

Nesta seção, apresentamos os resultados obtidos, as análises e as discussões. O percurso percorrido para alcançar o objetivo envolve as contribuições e desafios que emergiram a partir das apreciações dos encontros formativos que se organizam desse modo: [1] As conexões entre as áreas STEAM; [2] As habilidades e competências para os letramentos das áreas STEAM; [3] Os desafios para utilização de atividades STEAM.

6.3.1 As conexões entre as áreas STEAM

Nesta subseção vamos apresentar as discussões sobre os conceitos presentes entre as conexões e integrações presentes nas áreas STEAM. Utilizando os conceitos de interdisciplinaridade de Fazenda (2008), além das reflexões de Bacich e Holanda (2020) e Yakman (2008) sobre os projetos STEAM serem multidisciplinares, interdisciplinares ou transdisciplinares. Além disso, a importância da problematização e da contextualização para que se tenha efetivamente os projetos STEAM utilizando essas inter-relações.

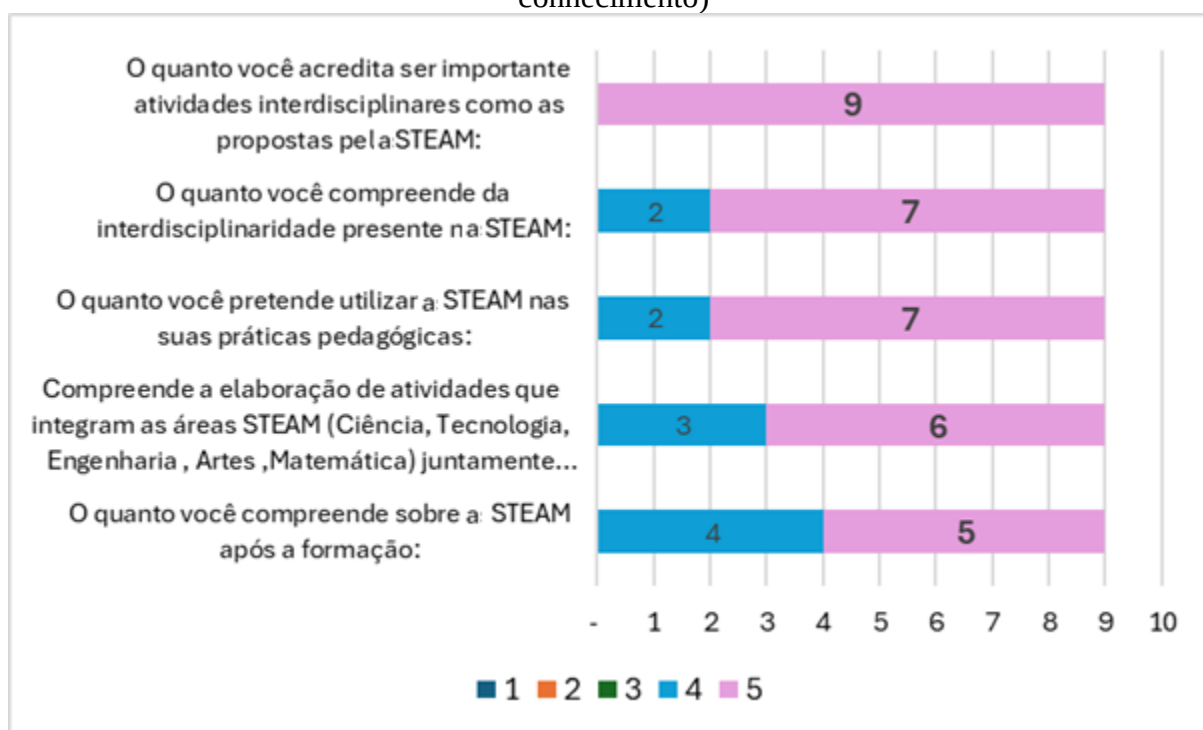
Para analisar a compreensão dos professores sobre as conexões intrinsecamente relacionadas às áreas de conhecimento STEAM, consideramos os conceitos relacionados a essas conexões, tais como a multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade, bem como suas características e elementos, para isso, observamos e

discutimos as reflexões dos professores sobre essas integrações e como elas podem contribuir para os processos de ensino e aprendizagem.

Apenas 22,2% dos professores (3) conheciam a abordagem STEAM antes dos encontros formativos. Os resultados corroboram com os achados de Pugliesi (2017, 2020) confirmando que a abordagem ainda é utilizada de forma tímida no Brasil. De acordo com o exposto, Maia, Carvalho e Appelt (2021) observaram que as práticas envolvendo a STEAM ainda são pouco difundidas e essencialmente concentradas na região Sul.

A partir da formação, os professores ampliaram seus conhecimentos sobre a abordagem STEAM, como podemos observar no gráfico 2. Considerando a não obrigatoriedade de participação na pesquisa e a disponibilidade, ao finalizar a formação 9 professores, ou seja, 64,29%, responderam ao questionário sobre conhecimentos acerca da STEAM.

Gráfico 2 — Conhecimento STEAM após a formação (em uma escala de 1 a 5, em níveis de conhecimento)



Fonte: dados da pesquisa (2023).

O gráfico 2 mostra que as respostas dos professores apresentam nível de compreensão alto, fato que pode ser verificado por Estatística descritiva. Calculando as medidas de tendência central das questões, utilizando a variação de 1 a 5, verifica-se que, com a média 4,56, os professores apontaram compreender a STEAM após a formação. Esse fato pode contribuir para que os professores desenvolvam projetos e insiram atividades STEAM no

contexto escolar. Os professores também indicaram ter compreendido a integração entre as áreas STEAM. A média nessa categoria ficou 4,6. Desse modo, conforme a percepção dos professores, eles entenderam a conexão entre as áreas STEAM, quesito importante para uma abordagem holística (YAKMAN, 2008; MAIA; ARAUJO, 2015; CANÇADO, 2014; MISELIUNAITE; KLIZIENE; CIBULSKAS, 2022) e que possibilite o desenvolvimento de competências como criatividade, inovação, pensamento crítico, argumentação e resolução de problemas (VENTURINE; MALAQUIAS, 2022).

De acordo com o gráfico 2, os professores que responderam ao questionário têm uma pretensão alta de utilizar a STEAM nas práticas futuras (média de 4,78), o que demonstra que a formação contribuiu para o desejo de inserção desta nova abordagem na prática pedagógica. De forma semelhante, com média de 4,78, estes professores assinalaram ter entendimento alto da interdisciplinaridade presente na abordagem STEAM

Ainda sobre as relações interdisciplinares na abordagem STEAM, todos os professores que responderam ao questionário acreditam ser muito importante desenvolver atividades interdisciplinares.

Analizando ainda os resultados do questionário *likert* apresentado no gráfico 2, as medidas de dispersão mostram um baixo desvio padrão o que indica consistência dos dados quanto à posição de concordância, com pontuações entre 4 e 5, pois todos os valores estão próximos da média.

Conforme as conexões presentes na STEAM e a Interdisciplinaridade, Pugliese (2020) reconhece a presença da vertente interdisciplinar na integração entre as disciplinas. A fala dos professores a partir das perguntas contidas na entrevista (Apêndice D) reflete sobre a temática. A professora A4 afirma sobre a integração das disciplinas STEAM que “[...] uma coisa complementa a outra. E é nesse complemento que a gente consegue ver o todo” (Informação Verbal A4). Sobre a fala da professora, Pugliesi (2020) salienta que os conteúdos postos de forma integrada estabelecem relações e conexões que não poderiam ser vistas em conteúdos isolados. O professor A2 concorda que a STEAM pode colaborar nesse aspecto:

A2: A STEAM facilita a compreensão (dos conteúdos presentes nas atividades interdisciplinares). No contexto do problema, no geral. Na resolução de problemas, ele vai fazer ligações entre vários conhecimentos na cabeça do aluno. O cérebro dele consegue fazer essas conexões, as conexões entre as várias habilidades, das várias áreas.

Para o professor A2, as atividades elaboradas de forma integrada entre as áreas STEAM fazem com que naturalmente o aluno consiga fazer algumas relações. Para que isso

ocorra efetivamente, é muito importante a mediação do professor, pois o aluno sozinho não consegue concatenar as ideias e os conteúdos. O docente também precisa ver a intencionalidade das habilidades que ele pretende desenvolver com a atividade planejada.

Sobre os excertos, Pugliese (2020) afirma que a integração é a palavra central da STEAM, explorar as relações entre as unidades de conhecimento pode estabelecer novos aprendizados. Apesar da importância dessa integração, os docentes, a cada encontro, debateram os conhecimentos de forma separada por áreas, a partir do questionamento: quais as conexões entre a Ciências, a Tecnologia, a Engenharia, as Artes, a Matemática e o cotidiano podem ser encontradas na atividade ou projeto? O resultado desse questionamento pode ser observado nos quadros 11 e 12. O intuito foi apontar uma temática para unir as áreas de conhecimento e aplicações no cotidiano, a princípio de forma ainda multidisciplinar, ou um pouco fragmentada, como forma de exercitar futuramente a união entre essas áreas de forma mais fluida.

As atividades e temas que mediarão as formações e fomentaram integrações entre as áreas STEAM e o cotidiano foram sobre “casas”, nesse tema, exploramos construções, moradias e suas implicações presentes nesse contexto. O experimento correspondente à temática foi a resolução de um problema: a construção de casas com materiais variados que sejam resistentes à ventania.

O tema "filtro" envolveu tudo referente à água pura, com um experimento de criação de um filtro artesanal utilizando garrafa pet e materiais de filtragem.

O tema "tênis" foi relacionado aos sapatos como expressão artística e toda a problematização dos materiais utilizados nos sapatos ao decorrer das décadas. Essa temática não teve experimentação.

No tema "miniusina eólica", debatemos a utilização de energia renovável e as implicações da energia eólica. O experimento foi a criação de um minigerador capaz de acender uma luz de LED, utilizando um motor de impressora e uma hélice.

No tema "aviões", discutimos tudo referente à temática, incluindo condições climáticas, passagens, forças físicas, entre outros. A atividade culminante foi a experimentação com aviões de papel.

O quadro 11 apresenta as respostas dos docentes sobre as possibilidades de integração das áreas STEAM a cada encontro em torno de um tema, além dessas com o cotidiano. Orientados pela pirâmide de Yakman (2008), presente na figura 1, podemos verificar que este quadro está representando os primeiros níveis da pirâmide STEAM, a base com a divisão disciplinar até o nível predominantemente multidisciplinar, correspondente aos conteúdos

ainda divididos em torno de um mesmo tema. Apesar disso, alguns professores sugeriram conteúdos que incorporam diversas áreas, por exemplo, a dessalinização da água pode incorporar a Ciência, a Tecnologia, a Engenharia e um contexto social. Cada linha do quadro 11 possui o ID do professor, o número do encontro e sua respectiva atividade prática ou tema, além das percepções docentes sobre a Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática relacionadas à temática de cada encontro.

Quadro 11 — Percepção dos professores sobre as conexões STEAM nas atividades dos encontros formativos por área de conhecimento

ID. Docente	Encontro	Atividade/ Tema	S	T	E	A	M
			Ciências	Tecnologia	Engenharia	Artes	Matemática
A2	2 °	Casas	Resistência de materiais na construção de casas		Fundação		Medir abalo sísmico
A1	2 °	Casas	Material utilizado de acordo com o ambiente			Música	
A4	2°	Casas				Casas dos sonhos	
B6	2°	Casas			Estrutura das casas, Suporte		Custos, Formas das casas
B9	2°	Casas	Resistência dos materiais e exposição dos materiais às intempéries				Medir durabilidade dos materiais
B1	2 °	Casas					Escala e custo
B4	3°	Filtros	Terreno, tipos de solo				Economia e consumo
B9	3°	Filtros	Filtragem	Aparelho de dessalinização; recursos de captação de água	Projetos que criam economia de água		
B6	3°	Filtros		Torneira inteligente			Economia na descarga
A4	3°	Filtros					
A5	3°	Filtros	Questão química da estiagem e				Cálculo de desperdício de água

			reservatórios; Estação de tratamento de água; nível de microrganismos aceitáveis				
A2	3°	Filtros		Torneira Inteligente; sensores de irrigação			Cálculo de indicadores
B4	5 °	Tênis				Estilo dos Tênis	Geometria; proporção
B6	5°	Tênis					Matemática na amarração do cadarço; função de produção; numeração
B1	5°	Tênis	Fibra de carbono dos tênis				
B7	5 °	Tênis				Vanguardas das Artes	
B6	5°	Mini-usina eólica	Ecossistema				
B1	5°	Mini-usina eólica			Construção das pás		
B4	5°	Mini-usina eólica	Paisagem Natural				
A4	5°	Mini-usina eólica	Tipos de material			Design; ergonomia; customização	
A2	5 °	Tênis		Tecnologia do Material	Engenharia de materiais	Artes aliadas às medidas	Medidas e tamanho do pé; função dos tamanhos; custos
A5	5 °	Tênis				Modo de se expressar	
A5	5°	Mini-usina eólica				Livro Dom quixote	
A2	5°	Mini-usina eólica	Energia e Transformação	Turbinas			Medir a velocidade do vento, cálculo da energia
A4	5°	Mini-usina eólica				Fazer moinhos	
A1	6°	Aviões				Viagem para a literatura	
A5	6°	Aviões					
A3	6 °	Aviões	Efeitos climáticos que alteram os voos			Poema sobre aviões	

B6	6 °	Aviões	Distâncias, trajetória, plano de voo	Planilhas			Probabilidade
B4	6°	Aviões					Relações trigonométricas
B5	6 °	Aviões	Massa de ar				
B1	6°	Aviões	Forças e aerodinâmica	Sonda espacial			

Fonte: dados da pesquisa (2023).

Como pode ser observado no Quadro 11, todos os encontros estavam em torno de uma temática diferente. Os momentos que resultaram nesse quadro foram de muita participação dos professores, aprendizagem em grupo e cooperação entre as áreas. A junção dos docentes trouxe ideias relevantes para debates contextualizados e a união de diversas áreas teve um resultado positivo para complementar as lacunas do conhecimento disciplinar. A exemplo do encontro sobre a água, os professores exploraram a química do reservatório de água, os sensores presentes na irrigação e nas torneiras inteligentes, os cálculos de consumo e economia. A interação gerou maneiras significativas de utilização do conteúdo no contexto social. O desafio dos professores é usar essa integração de modo que as áreas dialoguem de modo eficiente.

Os professores foram estimulados também a relacionar a temática a alguma situação do cotidiano. O quadro 12 indica as respostas dos docentes, as temáticas de cada encontro e as aplicações no mundo real. A partir dessa contextualização e a depender do nível de inter-relação entre as áreas podemos começar a ter um nível de interdisciplinaridade ou transdisciplinaridade nas atividades. O nível inicial de interação, a multidisciplinaridade, também ocorre por ser mais comum nas escolas, contudo, segundo Carlos (2007), isso não invalida o processo de aprendizagem, mas os professores devem buscar estágios mais avançados dessa interação.

Quadro 12 — Percepção dos professores sobre as conexões STEAM e o cotidiano em cada atividade.

ID. Docente	Encontro	Atividade/tema	Aplicação no cotidiano
A2	2 °	Casas	Inundação e deslizamento
A4	2°	Casas	Terremoto
B6	2 °	Casas	Desabamento e Construção em áreas de lixo (risco)

B9	2°	Casas	Localização
B9	3°	Filtros	lagoas do Tabapuá (Caucaia)
A4	3°	Filtros	Poluição Rio Tietê, lagoa do Urubu (Fortaleza)
B4	5°	Mini-usina eólica	Impacto na paisagem natural
A2	5°	Mini-usina eólica	Impactos das usinas
A4	5°	Mini-usina eólica	Cidade alagadas no Ceará
A1	6°	Aviões	Passagens aéreas
A3	6°	Aviões	Fuso-horário
B5	6°	Aviões	Malha aérea

Fonte: dados da pesquisa (2023).

O quadro 12 apresenta uma contextualização para cada temática debatida nos encontros, esse é um importante exercício para o professor que deseja desenvolver atividades interdisciplinares ou transdisciplinares. Os quadros 11 e 12 podem colaborar na construção de um caminho para chegar até níveis de integração mais elevados entre as áreas. Contudo, não basta juntar as disciplinas para indicar uma atividade interdisciplinar (FAZENDA, 2008). É preciso haver um diálogo e uma interlocução entre eles. Fazenda (2008) salienta que os saberes fragmentados causam uma estagnação no sistema educativo, isso ocorre à medida que acontece apenas uma junção de disciplinas sem um propósito.

Para Bacich e Holanda (2020) e Pires (2020), o elemento da aplicação no cotidiano, e a depender do grau de integração entre as áreas, podemos desenvolver, além da interdisciplinaridade, uma transdisciplinaridade. Desse modo, os conteúdos, áreas, atividades e aplicações do cotidiano expostos nos quadros 11 e 12 devem estar relacionados, integrados e em diálogo para ocorrer uma aprendizagem mais significativa dentro da abordagem STEAM.

Intensificando-se no debate sobre a integração entre as áreas, podemos extrair dos encontros formativos os seguintes excertos:

A2: Esse é o desafio: os alunos perceberem que, as coisas não estão divididas, estão conectadas. Tem as inteligências artificiais e o computador. O computador não consegue fazer isso; esse é o diferencial do ser humano. O computador sabe o conteúdo de Matemática e Português, mas para fazer as conexões, ainda estamos avançando.

A4: Não existe Ciência sem tecnologia.

B5: A dificuldade é quebrar essa fragmentação. Essa fragmentação do conhecimento acaba não dando conta da totalidade que existe. É muito complexo; é um desafio da Educação. Até a própria reforma da Educação Básica, trabalhando por áreas, convoca a gente a fazer essa interdisciplinaridade. Não vou dizer que é algo fácil, mas é possível e é interessante esse tipo de aula.

A2: As conexões já existem, nós dividimos as coisas.

B3: Usa-se a fórmula de Bhaskara para encontrar a concentração das substâncias, está tudo interligado.

Vale ressaltar que em todos os encontros, devido à proposta da STEAM em promover a integração das áreas, os professores sempre voltavam aos debates sobre interdisciplinaridade, contudo, apesar de usarem muitas vezes esse termo, Carlos (2007) destaca que o nível mais presente nas escolas é o multidisciplinar. Na multidisciplinaridade a interação ocorre de modo que existe pouca cooperação entre as disciplinas.

Desse modo, as falas dos professores sobre interdisciplinaridade são suas crenças e concepções, considerando a complexidade do tema, optamos por não categorizar as contribuições dos professores, reconhecemos que cada perspectiva traz uma visão valiosa que enriquece a discussão.

Isto posto, o professor A2 informa ser um desafio fazer com que os alunos percebam a relação entre as disciplinas. O educador ainda observa que as conexões existem e que é responsável pela fragmentação. Sobre esse aspecto, o docente tem papel fundamental para ajudar na mediação e construção do conhecimento integrado. Bacich e Holanda (2020) destacam a importância da formação continuada para que o educador consiga se adaptar às mudanças curriculares que incentivam a integração entre áreas de conhecimento.

As discussões dos professores participantes nos mostram que eles compreendem que há uma integração natural entre as áreas da STEAM, como é possível observar no relato de A4. Yakman (2008, p. 18) tem a mesma perspectiva e destaca “[...] agora vivemos em um mundo onde você não pode entender Ciência sem Tecnologia, que expressa a maior parte de sua pesquisa e desenvolvimento em Engenharia, que você não pode criar sem uma compreensão das Artes e da Matemática.” Essa junção da Ciência com a Tecnologia pode ser interdisciplinar à medida que novos conceitos podem ser entendidos e construídos com essa integração.

Além disso, eles compreendem a interdisciplinaridade a partir das suas vivências, formação inicial e continuada. Pode-se notar na reflexão de B5 sobre a fragmentação, que a divisão disciplinar pode não dar conta da totalidade, que visa à integração de dimensões do conhecimento, social e cultural. Na análise da fala de B3, torna-se evidente que existe um diálogo entre as disciplinas, vale salientar que, quanto mais articulação entre as áreas, maiores são os níveis de interdisciplinaridade, além disso, é essencial contemplar a interação dos conhecimentos na esfera social.

De maneira semelhante, A2 observa que essas conexões existem e que, muitas vezes, somos nós mesmos que as separamos. O professor também reconhece que é um desafio para o

aluno compreender que os conhecimentos das diferentes disciplinas estão interligados em determinados pontos. Ele destaca que até mesmo a Inteligência Artificial precisa estabelecer relações e conexões para um entendimento mais amplo. Sobre as análises dos docentes, Fazenda (2008) aponta que o currículo fragmentado com disciplinas que não dialogam é um desafio para a Educação. Segundo a autora, para abranger a totalidade dos saberes, é preciso, em torno de um mesmo objeto, fazer relações culturais, sociais, políticas e econômicas.

Pugliesi (2020) destaca que a abordagem STEAM favorece um currículo com atividades interdisciplinares, rompendo com o ensino tradicional, modelo no qual o aluno é um receptor passivo de conteúdo. Desse modo, é possível melhorar a comunicação entre as disciplinas. Sobre a promoção de projetos interdisciplinares, os professores participantes da pesquisa demonstraram entusiasmo quanto a sua utilização na sala de aula. Eles compartilharam experiências positivas de projetos que além de ampliarem o conhecimento dos alunos, também estimularam a motivação. Vale ressaltar, que os docentes da escola B atuam em uma escola profissionalizante e integral, de acordo com seus depoimentos, o currículo e horário propiciam a vivência de projetos integrados, como pode ser constatado nos excertos a seguir.

*B8: Talvez aqui dê mais certo porque é integrado, está todo mundo aqui (carga horária exclusiva dos professores), tem uma quantidade mais reduzida de alunos do que a regular, o grupo de certo modo consegue passar mais tempo na escola [...]São poucas turmas novas, que passam o dia todo aqui e o grupo do professor consegue passar um bom tempo, ou seja, tem condições objetivas do negócio (projetos interdisciplinares) acontecer, numa regular acredito que seja bastante difícil.
B9: Trabalhava lá (escola regular) e não tinha nada disso. Isso daí esse de projetos [...]acho que não é realidade de várias escolas aqui e em Fortaleza.*

Com uma carga horária exclusiva para as escolas profissionais e integrais, eles conseguem concentrar as horas e ter dedicação exclusiva, além de um currículo que incentiva a utilização de projetos. Os participantes da pesquisa relataram já terem trabalhado com projetos com um certo grau de integração entre disciplinas e dão exemplos:

*A1: Soletrando com Português e Inglês.
A2: Projeto de Inglês e Matemática. Nome do projeto: Desafiando gamers.
A4: Projeto casa dos sonhos.
B2: Já teve um projeto de criação de um mangá, com matemática a gente trabalha na parte lógica (e informática).
B9: Desde do ano passado eu faço um projeto interdisciplinar, que envolve artes, biologia e educação física, educação ambiental.*

Diante das falas dos docentes, é possível considerar que eles buscam integrar as áreas no seu cotidiano escolar. Os professores compartilham exemplos que promovem um diálogo

entre as áreas. Por exemplo, a Educação Ambiental, citada por B9 é vista como um tema transversal que consegue proporcionar uma interlocução entre várias áreas (Ciência da Natureza, Ciências Humanas, Matemática) e esferas, incluindo a social. O professor B2 menciona o projeto da criação digital de mangás, que são quadrinhos japoneses. Conforme o docente, envolveu a Matemática com o raciocínio lógico para desenvolver a arte visual usando a Tecnologia. Os projetos citados por A1, A2 e A4 podem mobilizar habilidades com suas interações, vale ressaltar que vai depender muito do planejamento e intencionalidade da atividade.

Salientamos a perspectiva de Fazenda (2008), sobre projetos interdisciplinares, como algo além da simples integração de conteúdos. É necessário haver uma relação entre as diferentes áreas do conhecimento, assim como dessas com as relações sócio-culturais. É importante ter um contexto e um significado para a aplicação da interdisciplinaridade. Além disso, para que um projeto seja considerado STEAM, Pugliesi (2020) acrescenta ser essencial a criação de artefatos capazes de resolver problemas e promover assim, a autonomia e o protagonismo dos alunos.

Durante as reflexões sobre práticas integrativas, os professores se empenharam em contextualizar as atividades, integrando não apenas as áreas de conhecimento, mas também o cotidiano dos alunos. Esse esforço visa conferir um maior significado ao processo de ensino. No encontro que abordou a temática da água limpa, com as reflexões sobre o experimento (figura 10), a professora A4 destacou a utilização de uma lagoa local próxima à escola A, afirmando: “Na lagoa do Urubu, a água não é potável” (informação verbal A4). Na escola B, o professor B9 comentou sobre a poluição presente em uma lagoa na Caucaia, dizendo: “A lagoa Tabapuá é uma mistura das atividades das empresas com a população local” (Informação Verbal B9). O professor ressaltou a importância de conscientizar a comunidade sobre questões ambientais.

Figura 10 — Experimento filtro de água caseiro



Fonte: dados da pesquisa (2023).

A importância do contexto é uma interseção presente tanto na STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática), como em outras práticas interdisciplinares ou transdisciplinares. Segundo Pires (2020), nos projetos STEAM, os contextos devem ser significativos para o aluno, a fim de potencializar seus interesses e estimular a problematização. Para alcançar esse objetivo, é fundamental realizar um planejamento articulado. O professor B9 afirma que já usa essa vivência nas suas práticas pedagógicas “Uso a própria realidade do aluno, eles mesmos dizem, professor, tem um rio tal lá, eu não conheço Caucaia, então eu sempre peço para eles trazerem esses recortes para a gente entender que esse problema está muito perto e até do lado da nossa casa” (Informação Verbal B9).

Sobre esse viés, Marques (2021) concorda com Pires (2020) e destaca que o uso das habilidades específicas de cada área de conhecimento, ao propor soluções para problemas dentro do contexto em que o aluno está inserido, contribui para uma visão holística nos processos de ensino e aprendizagem. Essa abordagem considera não apenas o conteúdo isolado, mas também o ambiente e as necessidades do aluno. Em suma, considerar o contexto é essencial para uma abordagem educacional mais completa e eficaz, permitindo que os alunos se envolvam de maneira significativa e aplicada em suas aprendizagens.

Ainda sobre a temática da água limpa, o professor B5 comenta:

B5: É interessante a questão da economia do consumo. Ver o papel da água (conta), o consumo mensal e o impacto no sentido geral, fazer uma análise a nível estadual em relação àquele individual [...] é importante verificar o quanto significa em frações percentuais, o quanto o consumo dele representa.

Aprofundando as relações entre as áreas e aproximando essas do cotidiano do aluno, podemos nos aproximar de uma abordagem transdisciplinar, mas para ocorrer é necessário ir além da interdisciplinaridade, pois é o maior nível de integração e articulação entre áreas. Carlos (2007, p. 3) enfatiza que a transdisciplinaridade é “[...] a integração de vários sistemas interdisciplinares num contexto mais amplo e geral”. O professor B5, em sua fala, explora o pensamento crítico sobre o consumo, aplicações matemáticas e traça paralelos com a realidade do aluno, ao mencionar a conta de água. Sobre esse olhar, Bacich e Holanda (2020) destacam que a abordagem transdisciplinar usa problemas do dia a dia e aplica conceitos e habilidades de duas ou mais disciplinas. Para Marques (2021), a transdisciplinaridade traz problemas relevantes para os alunos. Contudo, não é tão simples trazer essa abordagem para a sala de aula, pois ela propõe um nível de integração que rompe barreiras e acontece de forma plural e transversal.

Essa aproximação com o contexto do aluno é apenas um dos fatores para a transdisciplinaridade, é necessário, ainda, haver domínio e proficiência das diversas áreas integradas, tendo uma compreensão adequada dessas. A integração ocorre de maneira que essas áreas possam se complementar para que se tenha uma reflexão teórica da relação entre elas (D'AMBROSIO, 2005). Morin (2005) completa afirmando que é preciso ir além da junção das disciplinas, não existindo hierarquia entre os conteúdos. Desse modo, a fala do professor B5 não traz todos os elementos necessários para uma atividade transdisciplinar, mas pode apontar o caminho para essa compreensão. A abordagem STEAM busca esse tipo de integração de modo mais abrangente, porém, o percurso percorrido até alcançar essa integração é uma aprendizagem significativa tanto para os professores quanto para os alunos.

Os educadores trazem uma abordagem crítica em vários momentos, indicando que é importante que o docente se empenhe nesse aspecto, para que ele possa ajudar a desenvolver a criticidade dos alunos, elaborando questionamentos que façam o estudante refletir sobre temáticas importantes. Andrade e Sartori (2018) apoiam essa prática formativa de realizar atividades STEAM com os professores para que na sequência eles possam aplicar com os alunos as atividades que reforcem o pensamento crítico dentro do contexto significativo.

O professor B8 traz essa visão crítica sobre o uso consciente da água não ser só um problema da população. O docente também deve estimular esse olhar questionador na sala de aula:

B8: Costumo trabalhar com o menino questões que acho importantes, que eles saibam que o problema da água, como de qualquer outro recurso natural, não é uma questão pessoal, é uma questão institucional, política e histórica. Pois geralmente o pessoal quer que economize, você pensa "meu consumo foi responsável por derreter as calotas polares" e não é, o consumo da Ambev (indústria de cerveja), o consumo de uma usina, quero dizer que esses problemas dos recursos é sempre uma questão de responsabilizar os que estragam em larga escala, como para fazer um chip, por exemplo, são litros e litros de água, eu sempre coloco isso (Informação verbal B8).

A fala de B8 está em consonância com as ideias de Pires (2020), no que se refere a estimular a problematização e, desafiar as potencialidades dos alunos para debates, pesquisas, trocas e projetos contextualizados. Tudo isso faz parte de um trabalho transdisciplinar utilizado na STEAM. O professor é responsável pela mediação das discussões, dando abertura para as várias respostas em torno de uma mesma temática. Dentro dessa exploração está uma aprendizagem rica e cheia de significados.

A BNCC reforça essa compreensão de mundo e incentiva uma Educação integrativa. Porém, o sistema de ensino e o currículo têm entraves, como apontam as reflexões dos professores B1 e B4: “[...] a interdisciplinaridade vem com livro com quatro capítulos de

Biologia, Física e Química” (Informação Verbal B1) e “eles pegaram um livro com Biologia, Química e Física tudo junto e está aí a interdisciplinaridade de vocês” (Informação Verbal B4). As falas são direcionadas ao novo sistema do livro didático, no qual o livro não vem separado por disciplinas, mas por áreas. Todos os conteúdos das Ciências da Natureza vêm em um único livro. A crítica dos professores reflete uma insatisfação quanto à proposta de integrar as áreas de modo simplista e com a diminuição de conteúdos importantes. As falas dos professores são críticas ao sistema de ensino, pois, ao mesmo tempo que BNCC incentiva o uso da interdisciplinaridade, o Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) traz livros reduzidos com as disciplinas reunidas, como se desse modo ocorresse uma integração, que está resumida na junção dos conteúdos.

Além disso, os professores refletiram durante os encontros formativos sobre algumas dificuldades para colocar em prática projetos que sejam integrados, como apresentados no excerto:

B9: Trabalhar interdisciplinarmente é importante porque os alunos acabam percebendo que o conteúdo não para só naquela disciplina, um assunto não é um domínio de uma disciplina, é um domínio integrado de todas as áreas, então a gente pode conversar sobre diferentes disciplinas no mesmo momento. A dificuldade é fazer dar certo, por exemplo, os horários dos professores chocam, isso acaba dificultando, mas aqui na escola a gente sempre dá um jeito de trocar aula, fica no lugar de outro professor para poder fazer (planejar projetos interdisciplinares).

A fala de B9 mostra um entendimento sobre a importância da interdisciplinaridade, no que se refere à compreensão de muitos conteúdos estarem interconectados, porém, os participantes encontram desafios para pôr em prática as aulas interdisciplinares. Apesar de mencionarem anteriormente ter algumas facilidades por estarem em escola profissionalizante e integral, os docentes esbarram nas mesmas dificuldades das escolas regulares. Por exemplo, como planejar uma atividade com o professor de Inglês ou Geografia, se eles têm horários de planejamento diferentes? O professor B9 apresentou essa preocupação e, como proposta de solução, os professores negociam horários e trocas para fazer o trabalho interdisciplinar acontecer. O professor B9 tem uma vivência também como pesquisador e continua:

B9: Os desafios que a interdisciplinaridade tem aqui no nosso país, digo nosso país porque ainda está muito a aquém, enquanto outros países já estão bem mais adiantados nessa questão de transdisciplinaridade, nem é interdisciplinaridade, é a transdisciplinaridade mesmo, a gente ainda está caminhando na interdisciplinaridade não é um tema novo. É um tema bem já antigo, mas é essa questão que se sobrepõe porque a interdisciplinaridade, pegando na base do ensino, então desde a hora que eu tenho um horário compatível com outro professor para gente fazer uma aula interdisciplinar, até recurso didático na escola, infraestrutura, cansaço também porque essa questão do recurso humano pega pesado. Quando eu

fiz uma pesquisa no município de Sobral, por exemplo, mais de 65% da população de professores trabalha manhã, tarde e noite e como fazer uma prática interdisciplinar em vários contextos de escola diferentes? Às vezes, um professor dá aula em três escolas, três universos diferentes, três planejamentos diferentes, três disciplinas talvez diferentes e tudo isso pesa na intensidade. Acho que qualquer esforço que a gente aqui na escola fizer para trazer esse conteúdo mais integrado, mais articulado é um avanço [...].

O fragmento da fala do professor B9, dialoga com a perspectiva dos autores (CARLOS, 2007; FAZENDA, 2008; LIMA, 2020) quanto aos desafios para colocar em prática os projetos inter ou transdisciplinares. Sedlacek (2021) pontua que fazer projetos que tenham ricas experiências com projetos de integração curricular vão de encontro às questões de “[...] infraestrutura das escolas, a organização curricular e o apoio institucional a projetos, as condições para realização de projetos integradores[...]” (SEDLACEK, 2021, p. 31). Vale ressaltar que o autor reflete que esses problemas são potencializados nas redes de ensino estadual. O docente analisa também as questões pessoais como fator de dificuldade, pois muitos educadores têm carga horária excessiva, dificultando desde o planejamento até a execução de projetos integrados.

Cientes que a transdisciplinaridade é uma meta de integração que transcende as conexões interdisciplinares e que é um nível muitas vezes difícil de alcançar, visto que na escola em muitos momentos utilizamos as interações multidisciplinares, analisamos o experimento de Energia Eólica, do módulo de Engenharia, sobre o viés da transdisciplinaridade. A atividade prática (figura 11) consistia em discutir os impactos da geração de energia, culminando no desenvolvimento de uma miniusina eólica, na qual os professores transformaram o vento em energia para acender a luz do led.

Figura 11 — Experimento Energia Eólica



Fonte: dados da pesquisa (2023)

Ao iniciar as discussões, começamos a fazer questionamento sobre as integrações das áreas de conhecimento da STEAM. O docente A2 infere “da Matemática a velocidade do vento, o cálculo da energia, de ciências, os tipos de energia e transformações” (Informação Verbal A2). Analisando a fala do professor, podemos verificar que as temáticas determinadas

pelo educador podem se fundir e transformar em outras. A velocidade do vento, por exemplo, pode ser um assunto da Matemática, da Química, da Física, da Biologia, da Geografia, pode surgir uma nova temática que une todas as áreas de modo que não haja uma hierarquia entre elas. O grau de integração deve acontecer de maneira que não conseguimos enxergar onde uma disciplina começa e a outra termina.

Seguindo a perspectiva de Morin (2005), na abordagem transdisciplinar ocorre a junção das disciplinas de modo não hierárquico. O autor complementa que deve haver uma comunicação sem fragmentação entre as áreas para a construção do saber. Para o autor, a Ciência não existiria sem a transdisciplinaridade, pois ela é responsável por criar ramos. Morin (2005) reflete que nomes como Newton eram cientistas e filósofos e criaram teorias marcadas por grandes unificações transdisciplinares.

Na perspectiva das problemáticas envolvidas na Energia Eólica, os professores fizeram as indagações: “No Iguape, as hélices estão se deteriorando, passaram anos e anos para tirarem” (Informação Verbal A4) e “As pessoas reclamam muito do barulho a noite, terrível, poluição sonora, para quem mora próximo” (Informação verbal A2). Nota-se que o contexto ultrapassou as questões conteudistas e os docentes estão refletindo sobre o impacto ambiental. Hélices se deteriorando e mudando a paisagem natural, além do impacto gerado pela poluição sonora para quem mora no entorno das usinas eólicas, são problemáticas que não podem ser resolvidas no nível escolar, mas podem promover discussões para criar estudantes críticos e pensantes. No quesito do campo de trabalho, podemos incentivar futuros engenheiros, cientistas, matemáticos, entre outros. Sobre esse olhar, Bacich e Holanda (2020) apontam que usar problemas reais em que os estudantes usam conceitos de diversas áreas é uma das muitas características presentes em uma abordagem transdisciplinar.

Nas discussões sobre a produção de energia, a professora A4 relembra o caso de Jaguaribara, situação na qual a cidade foi alagada para a construção do Castanhão, as discussões foram para a utilização de recursos naturais. A docente A5 sugeriu usar o livro Dom Quixote para incluir também as artes. O professor A2 e a professora A4 debateram sobre os passos da Engenharia de testagem e prototipagem: “Eu acho que quando ele vai testar e ver que não está dando certo, ele volta e vai aprender muito mais, vai se questionar por que não deu certo. Onde foi que errei? Vai voltar tudo de novo até encontrar, eles acabam encontrando e registam mais” (Informação Verbal A4); “depuração” (Informação Verbal A2). Além disso, o educador B6 retoma a questão do ecossistema, observando que a instalação de usinas eólicas pode mudar toda a fauna e flora do local.

Diante das reflexões dos professores acerca da temática em comum, podemos

concluir, em consonância com a ideia de Fazenda (2008), que é importante o diálogo entre a equipe, essa sendo multidisciplinar, ocorre a proposta de um modelo epistemológico para compreensão das novas descobertas. É válido salientar que cada professor trouxe uma visão para a temática, e a construção desse modo abrangente e sem compartimentação de conteúdo é uma construção que se aproxima da transdisciplinaridade, todavia é uma abordagem muito complexa para avaliarmos efetivamente sua proposição apenas de forma hipotética.

Durante a experimentação, outros conhecimentos foram explorados. Os questionamentos e respostas dos docentes da Escola A e B, no excerto a seguir, são referentes ao experimento do minigerador eólico presente na figura 11.

Escola A:

Pesquisadora: Quais os materiais podem ser utilizados para fazer um minigerador eólico?

A2: Motor, vento, hélice, lâmpada.

A4: Eles fazem de garrafa pet (hélice).

Pesquisadora: onde arrumar o motor para funcionar a turbina?

A2: Carrinho de brinquedo.

Pesquisadora: Por que um motor liga o led e outro não?

A4: Está fazendo a gente pensar.

A4: Descobrir testando.

A2: Voltagem.

Pesquisadora: Como melhorar o design?

A2: Fazer uma coluna para sustentação, aproveitar melhor o vento.

A2: A gente não deve dizer ao aluno (eles vão descobrir testando).

Pesquisadora: Como fazer a hélice girar?

Grupo Escola A: Ventilador, sopro.

Pesquisadora: Um lado do led vai ligar e o outro não, por quê?

A2: Polaridade.

A2: Lá em casa, até para colocar as pilhas no controle, eu não consigo (por conta da polaridade).

Escola B:

Pesquisadora: Quais os materiais podem ser utilizados para fazer um minigerador eólico?

B1: Motor, base de sustentação.

B4: Pode-se fazer uma hélice com garrafa descartável.

Pesquisadora: onde arrumar o motor para funcionar a turbina?

B1: Pode tirar de um computador.

Pesquisadora: Por que um motor liga o led e outro não?

B1: Devido à corrente contínua.

Pesquisadora: Um lado do led vai ligar e o outro não, por quê?

B4: Polaridade.

O propósito de colocar as respostas aos questionamentos nas duas escolas (A e B) foi para que pudéssemos observar que os grupos se comportaram de maneira semelhante, mesmo sendo de áreas, escolas e níveis de escolaridade diferentes (Fundamental e Médio). Pelo experimento, não conseguimos ver uma disciplina fragmentada, mas um conjunto de vários saberes, que quando colocados em grupo podem ser construídos, complementados e

compartilhados. Nesse contexto de saberes não fragmentados, Holanda (2020) analisa que em projetos transdisciplinares não há limites de conhecimentos e áreas de modo claro. No exemplo da usina eólica, ou da produção e economia de energia, podemos usar, desde a testagem, a experimentação, o conhecimento de áreas diversas, a tecnologia, de maneira que não seja necessária uma divisão por disciplinas. Além disso, essa prática de experimentação, pesquisa e testagem condiz com a proposta da abordagem STEAM.

Desse modo, os projetos STEAM trazem em sua essência a elaboração de projetos no estilo “mão na massa”. Como os apresentados na formação, a integração entre áreas de conhecimento de modo multidisciplinar, interdisciplinar ou transdisciplinar dependem da proposta da atividade, da imersão em problemáticas contextualizadas e da resolução de problemas. Porém, para que se atinja o objetivo de uma aprendizagem que busca uma totalidade não abrangida pelo sistema de conteúdos fragmentados, é necessário que se faça um pacto entre todos os agentes da Educação para vencer os desafios quanto aos problemas técnicos, estruturais e sistêmicos.

Os resultados dessa categoria, observados pela perspectiva dos professores, indicam uma contribuição no desenvolvimento de atividades STEAM no que tange à integração dos conhecimentos para a construção de novos saberes. A contextualização dessas atividades aponta para a proposta de resolução de problemas e aplicações desses conhecimentos em situações reais para ocorrer uma aprendizagem mais abrangente e significativa.

Na subseção a seguir, apresentam-se os elementos para habilidades e competências dos letramentos das áreas STEAM.

6.3.2 Habilidades e competências para os letramentos das áreas STEAM

Nesta subseção iremos analisar, consoante a perspectiva dos professores, as habilidades e competências para os letramentos que podem emergir no desenvolvimento de atividades e projetos em um contexto STEAM. Vale evidenciar que, entre as áreas de conhecimento STEAM, vamos destacar os letramentos referentes à Ciência, Matemática e Tecnologia, visto que na literatura e no estado da questão apresentados, encontramos poucas evidências para letramentos nas Artes e Engenharia.

No formulário inicial (Apêndice A), os professores deram suas considerações sobre o entendimento acerca dos letramentos. O Quadro 13 apresenta a resposta dos professores para a pergunta: Você já ouviu falar sobre os letramentos para além da alfabetização do aluno?

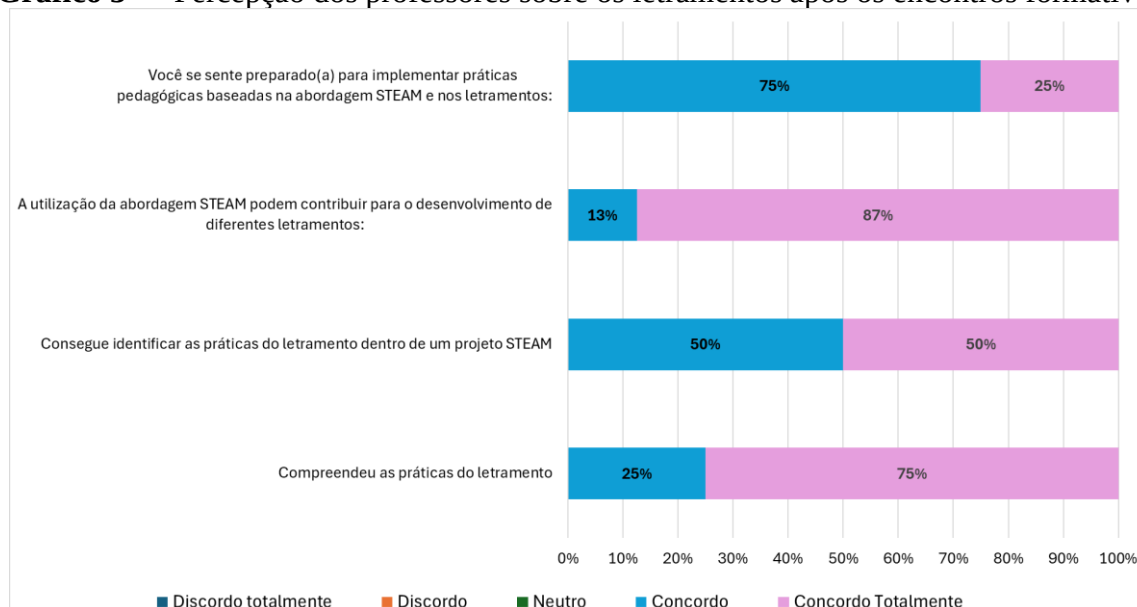
Quadro 13 — Perspectiva de letramento dos professores

ID Docente	Relato
A1	Sim. Mas preciso de mais informações, pois é de grande importância os letramentos citados para a nossa prática docente.
A2	Sim. O letramento matemático, letramento científico, letramento digital. São conhecimentos nessas áreas que vão além de saber utilizar a Matemática, a Ciência e o universo da Informática.
A4	Sim. São as habilidades que são aprendidas pelos alunos ao longo dos anos. Na matemática, o aluno consegue resolver problemas, raciocinar logicamente com mais facilidade.
A5	Sim, a escola, inclusive, busca esses letramentos.
B1	Não.
B2	Sim.
B4	Sim.
B6	Sim.
B7	Sim. O letramento é de imensa importância no que diz respeito à extensão do aprender/ ensinar, um aprimoramento em áreas específicas e como um todo, quando no tocante à formação de estudantes e profissionais.
B8	Sim. Inclusive, tenho formação em linguística aplicada, a qual está atenta à questão dos multiletramentos.

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

O quadro 13 apresenta uma ideia preliminar da perspectiva dos professores acerca dos letramentos. Apenas um professor afirmou não ter conhecimento, três professores disseram que sim, mas não desenvolveram a resposta. O docente B8 destacou ser o tema de sua pesquisa e os demais trouxeram noções de letramentos de modo geral, sem aprofundamento. Durante os encontros formativos, as reflexões sobre a temática foram aprofundadas à medida que as atividades STEAM eram propostas.

Após os encontros, um novo formulário (Apêndice C) foi repassado com questões referentes à interseção entre as práticas dos letramentos e as práticas STEAM. Conforme a percepção de 8 professores, utilizando um questionário em escala *likert* de 5 itens (discordo totalmente; discordo; neutro; concordo; concordo totalmente). O Gráfico 3 mostra a compreensão das práticas de letramentos dos professores.

Gráfico 3 — Percepção dos professores sobre os letramentos após os encontros formativos

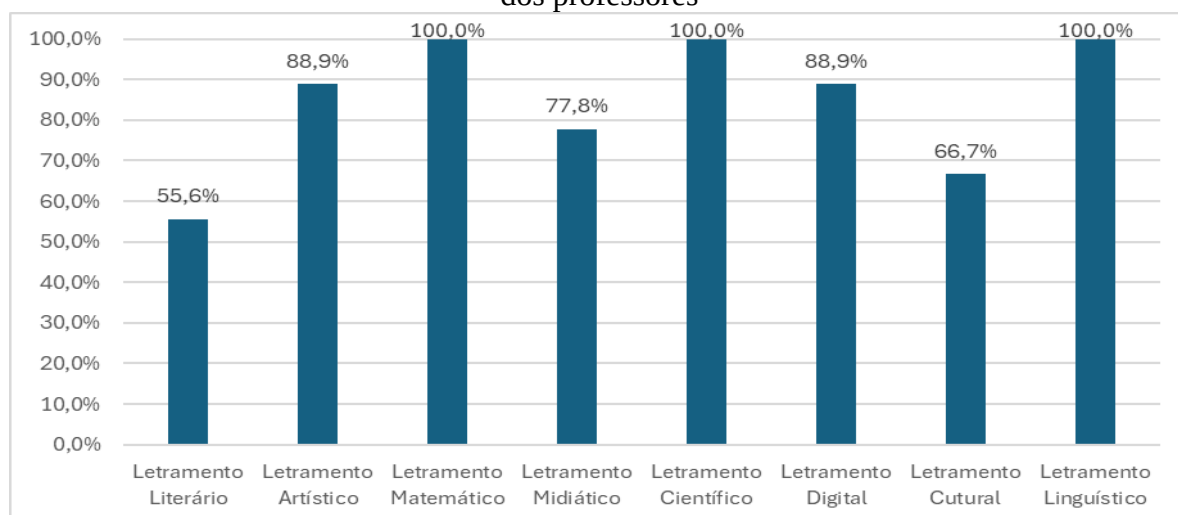
Fonte: dados da pesquisa (2023).

Sobre o gráfico 3, diante da pergunta de se sentir preparado para elaborar atividades consoante as práticas STEAM juntamente com as práticas dos letramentos, um total de 9 professores responderam, desses, 25% dos professores concordam totalmente e 75% concordam. Para Wang e Shi (2023), a implementação da STEAM com ênfase no letramento auxilia na aprendizagem interdisciplinar e na utilização dos conhecimentos na vida, fortalecendo a consciência das aplicações dos alunos e melhorando as suas competências práticas.

Segundo a utilização da abordagem STEAM para favorecer as práticas dos letramentos, 87% concordam totalmente e 13% concordam. Referente à identificação dos letramentos observados nas práticas STEAM, 50% concordam totalmente e 50% concordam. Conforme a compreensão das práticas do letramento, 25% concordam e 75% concordam totalmente sobre compreender as práticas do letramento. Pesquisas apontam que a STEAM pode favorecer o letramento científico (VENTURINE; MALAQUIAS, 2022), matemático (WANG; SHI, 2023) e digital (ADEOYE, 2023). Analisando o gráfico 3, podemos observar que no que se refere ao letramento, conforme a concepção dos professores entrevistados, as porcentagens estão na direção da concordância, pois não houve pontuação no gráfico referente às variáveis de neutralidade e não concordância.

O gráfico 4 mostra os tipos de letramento que podem ser desenvolvidos utilizando a abordagem STEAM, na perspectiva dos professores que participaram da formação.

Gráfico 4 — Letramentos que podem ser mobilizados em um projeto STEAM na perspectiva dos professores



Fonte: dados da pesquisa (2023).

As opções de letramentos do gráfico 4 foram apontadas na questão do formulário final, possibilitando que os professores marcassem mais de uma opção. Como pode ser observado, 100% dos docentes destacaram os letramentos linguístico, matemático e científico, como os que podem ser desenvolvidos em projetos STEAM. Essas porcentagens correspondem às áreas dos professores entrevistados, que eram das Ciências da Natureza, Linguagens e Matemática. Podemos refletir que, após os encontros, os professores podem, de acordo com sua percepção, reconhecer as práticas dos letramentos nas suas áreas de atuação nas práticas STEAM. Não tivemos a intenção de analisar todos os letramentos, pois estes foram delimitados pelos objetivos desta pesquisa. Ressaltamos que outros letramentos também não aparecem com profundidade no estado da questão, embora se saiba que existem. A literatura brasileira ainda é escassa no que concerne à relação da STEAM com os letramentos, por isso optamos por discutir os disponíveis na BNCC, Unesco e OCDE, além dos encontrados no estado da questão.

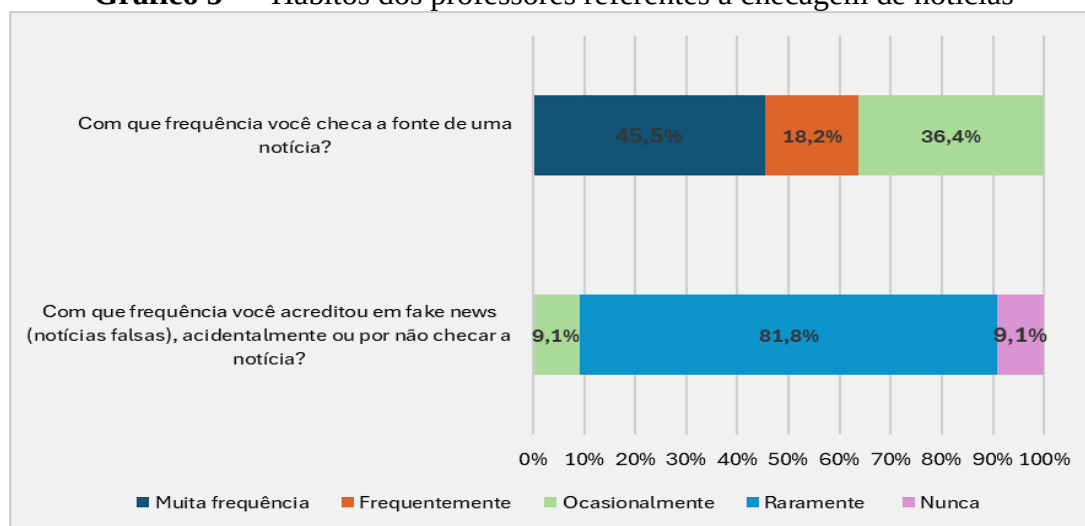
Pelos relatos, essa temática pode estar presente durante a práxis pedagógica na realização de atividades integradas. Durante as próximas subseções, vamos aprofundar esse debate e observar como explorar durante as práticas STEAM. Além de explicitar sobre as habilidades e competências para os letramentos científico, digital e matemático.

6.3.2.1 Habilidades e competências para o letramento científico

Nesta subseção vamos analisar alguns elementos do letramento científico, a experimentação e a investigação (UNESCO, 2021); e explicar fenômenos (OCDE, 2006) de

forma crítica (SHAMOS, 1995; SANTOS, 2007). A princípio, antes de colocar em prática as atividades STEAM presentes nos encontros formativos, analisamos alguns pontos referentes ao letramento científico dos professores. Os questionamentos estão presentes no apêndice A - formulário inicial. O gráfico 5 apresenta hábitos dos professores referentes à checagem de notícias. Estas questões são importantes, pois destacam um elemento do LC, o pensamento crítico, uma habilidade importante para essa tarefa.

Gráfico 5 — Hábitos dos professores referentes a checagem de notícias



Fonte: dados da pesquisa (2023).

Quanto à checagem de notícias, um total de 11 professores responderam, desses, observa-se que 45,5% checam as fontes das informações com muita frequência, 36,4% dos professores checam ocasionalmente e 18,2% checam frequentemente. Sobre os achados, os professores informaram que raramente (81,8%) são influenciados por *fake news*, além disso, 9,1% acreditam ocasionalmente ou nunca em notícias falsas. Percebe-se uma discrepância percentual entre a autopercepção dos professores em acreditar em *fake news* e checagem da veracidade das informações. A importância de checar as fontes de informações para não acreditar em notícias falsas é uma prática recomendada pelo LC. De acordo com Bonney (2018), o LC oferece a oportunidade de avaliar criticamente informações científicas que são controversas. Para isso, deve-se avaliar evidências e fontes.

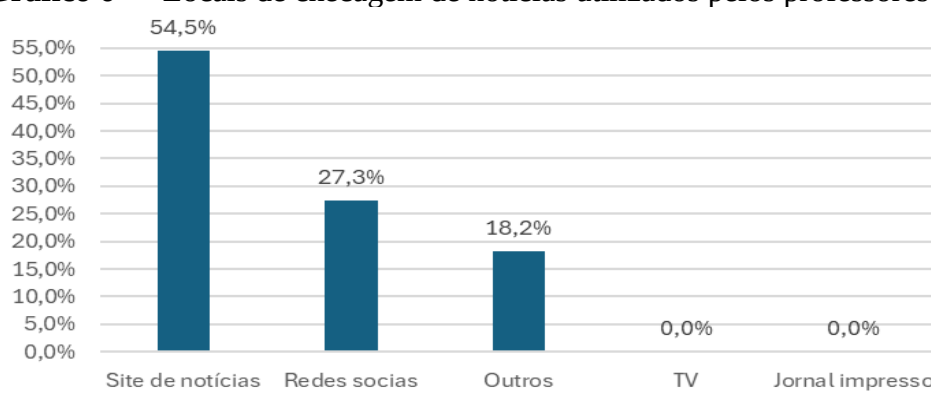
Os professores também foram questionados sobre a frequência com que se informam sobre assuntos científicos, desses, 63,3% buscam frequentemente informações sobre os assuntos científicos e tecnológicos, enquanto 36,4% buscam com muita frequência. Sobre a busca por informações científicas, o Instituto Brasileiro de Letramento Científico (IBLC) visa

determinar diferentes níveis do LC¹¹. Desse modo, segundo o Instituto, utilizar evidências científicas em textos técnicos e/ou científicos corresponde a um nível de letramento científico básico (Nível 3), desde que se utilize dessas evidências estabelecendo relações para resolver problemas complexos (IBLC, 2014).

Os locais de busca de informações também podem revelar os tipos de letramento dos professores (Gráfico 06). Os professores foram questionados sobre sua principal fonte de notícia, entre as opções (Sites de notícias, Redes Sociais, Jornal Impresso, TV e outros) um percentual de 27,3% buscaram informações em redes sociais, um fato controverso, pois, as redes sociais podem disseminar informações de forma rápida e sem nenhum critério. Para Bonney (2018), notícias falsas e ciência alternativa são tópicos populares nas mídias sociais devido ao grande alcance.

Os professores investigados não utilizam jornal impresso e TV, fontes físicas, e suas maiores fontes de informações são os sites de notícias, ou seja, mídias digitais. Na opção outros, os educadores informaram utilizar obras acadêmicas e artigos científicos como fontes de informação. Buzato (2006) reflete que a nova formação de professores deve investir no letramento digital, visto a mudança do “velho” para o “novo” e do impresso para o digital, devendo existir um processo de entrelaçamento entre esses elementos e apropriação para acompanhar a transformação. Nesse aspecto, os docentes examinados dão indícios de estarem propícios a essa mudança.

Gráfico 6 — Locais de checagem de notícias utilizados pelos professores



Fonte: dados da pesquisa (2023)

Após uma breve contextualização sobre as perspectivas dos professores em relação a checagem de informações, a OCDE (2021) alerta que, no século atual, é fundamental dar

¹¹ Nível 1- letramento não científico; nível 2: letramento científico rudimentar; nível 3: letramento científico básico e nível 4: letramento científico proficiente.

ênfase a fontes confiáveis. Com base nisso, iniciamos a análise das habilidades e competências que podem ser mobilizadas nas atividades STEAM.

A abordagem STEAM favorece a exploração de experimentos por intermédio das práticas investigativas (PIRES, 2020). Durante os encontros formativos, foram feitos cinco pequenos experimentos, a saber: a casa resistente à ventania; criação de filtros com garrafa pet e materiais de filtragem; experimentação e montagem de um minigerador eólico; testagem de aviões de papel e uma atividade no Scratch. Essas atividades puderam instigar conhecimentos das áreas STEAM. Esse movimento funcionou para promover debates no que tange o LC.

No encontro referente ao módulo de Ciências, a temática da água limpa e o experimento do filtro caseiro (figura 10), o professor A2 trouxe esta reflexão acerca do entendimento do aluno sobre os fenômenos científicos:

A2: Quando ele passa a conhecer o funcionamento das coisas ele tem um breve conhecimento, por exemplo, nós tivemos um breve conhecimento de como funciona a filtragem da água, quando eles compreendem, começam a valorizar mais as coisas a ter mais consciência do valor das coisas, e como professor devemos levar essa prática para sala de aula porque às vezes a gente fica muito na aula expositiva e fica na teoria, falando coisas até mesmo rebuscadas que fogem do conhecimento do dia a dia deles, eles têm conhecimento, eles têm uma sabedoria popular até maior, conciliando a sabedoria popular com o conhecimento científico vai agregar, nós conseguimos levar essa prática para sala de aula, só precisamos de recursos, precisamos de recursos para executar a ideia, quando você quer você tira do seu bolso e às vezes nós queremos, mas não podemos, às vezes estamos cansados de gastar. Quando o professor planeja, ele tenta levar o melhor possível, mas nós esbarramos com algumas dificuldades dentro do próprio sistema.

O docente comenta a importância de o estudante entender os fenômenos científicos, realizar experimentos e aproveitar a vivência dos alunos para que isso ocorra. A experimentação pode funcionar para aumentar esse entendimento dos fenômenos. Segundo a OCDE (2018), os estudantes brasileiros têm dificuldade em reconhecer e identificar fenômenos científicos simples. Sobre a fala do professor, a BNCC traz à luz sobre a importância do desenvolvimento da interpretação e compreensão do mundo (BRASIL, 2018). Utilizar a vivência do aluno para entender os eventos científicos também é um elemento que está inerente aos pressupostos da STEAM.

Em um momento de debate sobre o letramento, o professor B9 traz uma importante reflexão sobre como dar sentido ao saber científico e relacionar com o que é ensinado, utilizando o termo “transposição didática”. O professor retoma a importância da abordagem interdisciplinar contextualizada.

B9: A transposição didática pega interdisciplinaridade e a contextualização, não há transposição didática sem esses dois elementos, então, o que é interdisciplinaridade? É você saber relacionar os conteúdos que seriam mais fortemente trabalhados por uma área de conhecimento com as outras e a contextualização é a aplicação, é colocar isso no contexto social do aluno entender como esse conteúdo ele está diluído na sociedade, sem parecer óbvio. Você resolve aqui uma questão de juros usando uma fórmula, mas na sua vida você usa os juros e vê o quanto perdi nessa calça que comprei.

Sobre a transposição didática mencionada pelo professor B9, Chassot (2003) enfatiza ser um importante processo de reestruturação dos saberes nos contextos sociais, visando a finalidade social da escola. Para o autor, o “saber acadêmico” deve ser objeto do saber escolar, para assim, universalizar o conhecimento científico.

No que versa à fala do docente B9 sobre o entendimento do conteúdo diluído na sociedade, Santos (2007) afirma ser essencial que o indivíduo entenda os fenômenos como forma de se tornar um cidadão letrado responsável por uma tomada de decisão consciente. O professor coloca um exemplo prático do cotidiano que é a utilização dos juros, mas a ideia se aplica a outros conhecimentos. Ter esse entendimento do funcionamento científico ou matemático no seu dia a dia é uma prática estimulada pelo letramento.

Quando os professores debatiam sobre ter sempre que contextualizar ou ter que explicar a utilidade do conteúdo, o professor B8 pondera que o aluno deve aprender pelo prazer do aprendizado. O docente B1 justifica a contextualização atribuindo valor à explicação de fenômenos científicos exemplificando sobre as vacinas. Sobre isso, B1 reflete que:

B1: São duas coisas, o conhecimento para ter a função cognitiva e poder se relacionar com outro, respeitando e tendo uma boa relação com seu próximo e, ao mesmo tempo saber que você precisa daquilo para sobreviver, sobre as vacinas (por exemplo), se não tivesse essa necessidade de aprender para conseguir desenvolver as coisas, relacionado ao mercado também, a gente não conseguiria fabricar vacinas, pessoas não conseguiriam viver mais tempo, então está relacionado, tem que trazer para o estudante que conhecimento pode ajudar a produzir as coisas para ele mesmo e também o conhecimento para ele conseguir se relacionar melhor com outras pessoas e isso forma civilizações.

A reflexão dos professores é pertinente, pois o aluno deve aprender tanto por motivação pessoal, como para viver bem em sociedade. A necessidade de contexto pode ser utilizada como uma motivação extra. O exemplo dado pelo professor B1, denota o entendimento de que as situações científicas são importantes para as inovações. Isso reflete o pensamento de Santos (2007), no qual afirma que o letramento científico tem importante caráter social. No que versa às práticas STEAM, Yakman (2008) destaca a relevância em

desenvolver nos alunos o interesse pelas áreas das Ciências, para que se possa incentivar os estudantes nas carreiras científicas e estimular lideranças capazes de realizar novas descobertas.

Nesse viés, o professor B6, durante a entrevista, trouxe uma vivência sobre estimular os alunos nas carreiras científicas. Muitos professores pontuaram utilizar as práticas STEAM ou práticas interdisciplinares, mesmo antes de saber sua definição. Sobre o incentivar os alunos, B6 discursa:

B6: Eu não estou aqui para dar aula para vocês, eu estou aqui para semear sonhos. Acho interessante isso porque a gente vai deixando a geração e vai construindo outras pelo processo. Uma experiência incrível foi quando um aluno de 6º ano que eu trabalhava com experimentos de ciências, na feira de ciências na prefeitura e eles faziam os projetos e mostravam relatório, explicava o experimento, a fundamentação prática e teórica. Eu o encontrei fazendo um curso técnico no Ensino Médio voltado para a Engenharia de Telecomunicações, um ótimo curso. Depois, eu o encontrei na UFC fazendo Engenharia Elétrica. Eu falei, cara, você veio do interior, dentro “dos matos”, onde ele não tinha nada, tudo era difícil, ele andava a pé. Você está fazendo Engenharia Elétrica? Ele disse: “Professor, o 6º ano para mim foi um norte, pois eu consegui me encontrar na pesquisa, no trabalho, eu consegui me inserir em um processo bem maior” Hoje ele já é um profissional formado, já está trabalhando. Um homem formado com outra cabeça e outra mentalidade.

Foi um relato pontual, que, a partir de experimentos feitos em uma Feira de Ciências em uma escola da prefeitura, incentivou o aluno a uma carreira com experimentos na Engenharia. Não podemos garantir que isso ocorra sempre, porém, como professores, é nosso dever sempre motivar e incentivar nossos alunos. Sobre isso, Yakman (2008) destaca como a STEAM pode estimular o ingresso em carreiras científicas e tecnológicas. A nossa intencionalidade é que todos os debates que ocorreram nos experimentos STEAM possam ser reproduzidos em sala de aula, com isso, incentivar mais alunos a entrarem nas carreiras científicas e tecnológicas, ou mesmo encontrar motivação para o domínio e entendimento dessas áreas.

Os educadores foram incentivados a refletir sobre os processos de investigação presentes nas práticas docentes durante os experimentos. O professor A2, quando questionado na entrevista sobre quais habilidades ele destaca nas atividades STEAM, infere que durante essa práxis, o aluno é estimulado a utilizar a investigação para resolver um determinado problema: “Quando ele vai resolver o problema, ele vai investigar primeiro [...]” (Informação Verbal A2). Em consonância com o exposto, Shamos (1995) reconhece o papel da investigação científica para a dedução de evidências e achados científicos.

O Professor B6, também no momento da entrevista, enfatizou o processo de investigação na fala: “A investigação e a pesquisa estão muito claras, pois vamos trabalhar a partir de uma problemática. Você não vai chegar com o conteúdo em si, você vai trabalhar uma problemática e vai instigar e perceber que conteúdos matemáticos (por exemplo) estão ali.” (Informação Verbal B6). O professor destacou conteúdos matemáticos por ser sua área de conhecimento, mas o mesmo se aplica a outros conteúdos, além da integração desses. Os professores B6 e A2 pontuam a questão da problemática como propulsora da investigação.

Sobre os excertos, podemos fazer uma interseção do processo de investigação presente tanto nas práticas do LC como na abordagem STEAM. De acordo com a OCDE (2006), para adquirir novos conhecimentos, explicar fenômenos é preciso compreender as características da Ciência como forma de conhecimento e investigação. Já na abordagem STEAM, Marques (2021, p. 35) ressalta que “[...] para a resolução dos problemas, os estudantes se dividem em grupos para colaborar, investigar e projetar soluções para o problema apresentado”. Podemos inferir um encontro dessa habilidade tanto nas práticas STEAM como no LC.

Retomando a prática da filtragem (figura 10), o docente A2 refletiu durante o processo que o aluno vai investigando, para assim descobrir qual o melhor método de filtragem e qual o melhor material. Diante do exposto, Holanda (2020) enfatiza que é papel do professor incentivar a exploração dos conceitos observados nas práticas da investigação e experimentação. Com essa práxis, o aluno consegue realizar descobertas e o professor faz a mediação dos conceitos, habilidades e competências que podem ser mobilizados durante a atividade.

Quanto à experimentação, observa-se que esse elemento é utilizado tanto nas práticas STEAM, quanto no LC. Durante o experimento da filtragem, os professores das Escolas A e B tiveram os diálogos registrados no quadro 14.

Quadro 14 — Diálogo dos docentes durante a prática de experimentação de filtragem.

Escola	ID docente	Relato
A	A2	Podemos separar cada camada, de modo que consigamos ver a água em cada etapa da filtragem. Após as camadas, foi verificado que a água ficou menos turva.
	A5	Já percebi que aqui ficou um pouco menos barrenta.
	A4	Aqui está demorando (pedras como elemento de filtragem).

	A2	Podemos usar colorau como corante natural (para ser usado como poluente no experimento).
	A5	O carvão ativado é justamente o que leva no filtro de barro.
	A1	No interior, minha tia colocava um pano no pote. E o filtro era lavado com açúcar.
	A5	Ferver e filtrar a água (processos de filtragem antigos ou mais simples).
B	B8	Na escola da minha filha, fizeram com cascalho, areia e algodão.
	B4	Já vi uma filtração com areia.
	B8	O filtro de barro que você comprava as velas era feito disso (rochas/argila).
	B9	E se colocasse óleo no experimento, o óleo é um dos problemas ambientais mais graves, mas ele é interessante que a gente consegue ver se ele passou ou não, colocar óleo de cozinha ou pode até adicionar algum corante que não seja a base de água para ver se esse óleo conseguia ficar retido em uma dessas malhas.
	B9	Esse tipo de propriedade a gente chama de granulometria, que pega diferentes tipos de sólidos, a filtragem acontece ou não.

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Em ambas as escolas, os professores fizeram questionamentos, ficaram empolgados com a testagem, assim como em resolver o problema da filtragem da água barrenta. Fizeram experimentações com os tipos de materiais de forma isolada ou em grupo, para ver qual barrava mais os poluentes. Em grupo, decidiram qual a melhor ordem para criar as camadas de filtragem. Pelas falas dos professores, nota-se o empenho dos docentes em entender o processo, verificar o funcionamento e discutir a melhor maneira de realizar a solução do problema. Esse mesmo sentimento pode ser encorajado nos estudantes. Vale salientar que os educadores possuem uma maior vivência e bagagem conceitual, mas mesmo assim foram estimulados pelo experimento. Com os estudantes, as descobertas podem ser maiores, eles podem fazer pesquisas e a mediação do professor vai auxiliar na construção de conhecimento mais significativo.

No que versa sobre a experimentação, Fadel, Bialik e Trilling (2015) enfatizam que estabelecer uma conexão entre o conhecimento e a experimentação deve ser incentivado, pois esse fator é um diferencial na aprendizagem moderna em um mundo que passa por uma rápida transformação. Oliveira (2024) complementa que é fundamental transformar a sala de aula em um local aberto à inovação e à experimentação. Desse modo, quando o professor transforma a sala de aula em local de pesquisa e inovação, ele pode favorecer o protagonismo do aluno para que ele busque suas próprias soluções, criando hipóteses, para assim construir também o conhecimento.

É importante ressaltar o papel do professor como fundamental. A2 afirma que para desenvolver tais competências, “[...] vai depender do tipo de projeto que você vai desenvolver” (Informação Verbal A2). Concordamos que, a depender do projeto, e complementamos também que, vai depender do planejamento e da intencionalidade. Os projetos STEAM têm essa característica de estimular a experimentação e a pesquisa. Nesse contexto, Bacich e Holanda (2020) destacam que a proposta STEAM visa oferecer uma nova concepção para o ensino de Ciências, utilizando métodos ativos que desenvolvem capacidades cognitivas, fortalecendo as descobertas em diversas áreas da sociedade.

Ainda sobre a experimentação, o professor B6 sugere utilizar experimentos também *on-line* com o site de simulações científica *Phet Colorado*¹², que pode ser inserido também no conceito do uso de ferramentas digitais. Sobre isso, o professor reflete:

B6: Eles (alunos) não querem Física, mas querem fazer experimento, querem entender, às vezes, uma coisa simples, um conceito que está no livro, você vê na prática como aquele aviãozinho (experimento do módulo de Matemática) que você levou. Nós não tivemos oportunidade de trabalhar ainda, mas vamos fazer. Tivemos resultados bons porque, quando ele é protagonista, ele consegue pesquisar, ter engajamento e tem resultados.

Sobre a fala de B6, percebemos que o aluno está propício a participar de atividades de experimentação. Oliveira (2024) confirma no seu estudo que professores e estudantes ficam entusiasmados em realizar descobertas por intermédio da pesquisa. Essa prática também é recomendada pela Unesco (2021). A organização destaca que o aluno aprende quando formula hipóteses, testa e verifica os resultados de seus experimentos. Essa prática é uma das habilidades do Letramento Científico. Sobre esse letramento, os professores trazem suas reflexões acerca da temática.

Após o experimento, os professores discutiram sobre seus entendimentos sobre o letramento científico e como poderíamos colocá-lo em prática na sala de aula. O professor B9 fez um questionamento pertinente: “não sei se o letramento é sinônimo de alfabetização?” (Informação Verbal B9). Sobre isso, a literatura brasileira não tem um consenso sobre o termo a ser usado. Em Inglês, usa-se *literacy*, na tradução, por vezes, os autores usam alfabetização ou letramento (SOARES, 2009). A dissertação optou por utilizar como referência o termo letramento, de Magda Soares, pela compreensão mais abrangente, considerando também o uso social da leitura, escrita e conhecimentos gerais.

¹² Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/

Para a professora A3, o LC é “conhecer os termos técnicos da Ciência” (Informação Verbal A3) e para A2 é saber “Como funciona a Ciência e a Pesquisa Científica” (Informação Verbal A2). De acordo com Shamos (1995), a Associação Americana para o Avanço da Ciência tem o entendimento do LC como compreensão da Ciência, salientando que esse é necessário para que o indivíduo funcione como cidadão e consumidor da sociedade. Santos (2007) concorda com Shamos (1995), quanto ao caráter social do LC, no qual o indivíduo deve usar os conhecimentos científicos em práticas cotidianas.

Os professores A2 e A4 informam a existência de disciplinas eletivas chamadas Pensamento Científico, Experimentos em Ciência e Metodologia do Trabalho Científico. Nessas disciplinas ocorreram práticas com polos magnéticos, eletricidade, experimentações com ácidos e base, trabalhos com escritas científicos e pesquisas, entre outros. Para Chassot (2003), a escola é o local ideal para a prática do LC e construção do saber científico, para com isso melhorar a leitura do mundo dos alunos. Sobre essa perspectiva, a professora A1 reflete:

A1: Nós não damos muita ênfase, dar essa ênfase na aula e no que é praticado no dia a dia para trazer esse letramento, mas não precisa estar nessa aula do pensamento científico para pensar cientificamente, uma vez que no Português, eles aplicam a compreensão de diversos textos, inclusive textos científicos nas nossas aulas. O que nós podemos fazer é incentivar o pensamento científico voltado para o social, não usar a Ciência pela Ciência, mas a ciência da gente.

A professora A1 é da área das linguagens e reconhece que podemos incentivar as práticas do LC não apenas nas aulas das áreas da natureza. Chassot (2003) enfatiza que a Educação Científica deve ser estimulada em todos os níveis da Educação, logo, existindo esse pacto entre as áreas para que as atividades sejam integradas entre as disciplinas, podemos promover uma Educação mais abrangente. Essa prática está conforme a proposta de Shamos (1995), na qual ressalta que, além da leitura, é possível interpretar e contextualizar as informações de maneira coerente. Quando a professora fala da “Ciência da gente” evidencia o contexto social que é pressuposto desse letramento.

No primeiro encontro, quando iniciamos os debates sobre trazer projetos, atividades e experimentos que sejam contextualizados, integrados e tragam conhecimentos científicos, conforme a proposta STEAM, o professor B9 trouxe a seguinte discussão:

B9: É importante entendermos a crise que existe dentro da Ciência, como essa crise repercute dentro das escolas, pois, quando nós ensinamos um conteúdo só por ensinar, sem considerar a realidade dos alunos e como ele vai utilizar, a gente contribui para o aumento dessa crise, ou seja, a crise que a gente chama de distanciamento da alfabetização científica. Esse processo que o aluno tem de se aproximar da Ciência, falo do geral Matemática, Química e Física. O aluno pode

até aprender o conteúdo, mas lá fora quando ele tiver no seu espaço ele não vai saber para que serve aquele negócio (conteúdo) e como ele vai usar. Por que eu vou usar estequiometria na química? Para que eu vou usar a radioatividade? Ou mesmo a genética, em que isso vai me ajudar no meu dia a dia? Ele não reconhece onde ele pode aplicar, então a Ciência ela parte também das escolas, a partir do momento que nós não ensinamos aos alunos como e porque, quando não respondemos para que eles vão utilizar, onde eles vão utilizar. Então, eu sou adepto ao PBL, inclusive a minha pós-graduação foi sobre a aprendizagem baseada em problemas, isso para trazer o lado mais real, mais palpável do conteúdo para a vida do aluno.

O professor traz a terminologia de Alfabetização Científica, mas como explicitado anteriormente, existe uma controvérsia sobre o termo. Conforme o exposto, Sedlacek (2021) não afirma haver uma crise propriamente na Ciência, mas traz em seu trabalho algumas reflexões sobre o momento em que vivemos, com a Ciência imersa em discussões sobre ideologias, doutrinações ou até que ponto os processos científicos podem ficar no campo da neutralidade. Bonney (2018) alerta sobre as consequências do efeito da percepção da Ciência na população. Para o autor, promover o LC auxilia na avaliação de questões científicas controversas. Esses são alguns fatores da possível “Crise na Ciência” avaliado pelo professor B6.

Em sua fala, o docente reflete sobre a relevância de contextualizar os conteúdos, deixando-os mais palpáveis com o cotidiano do aluno. Sobre isso, as atividades utilizando a perspectiva STEAM podem colaborar para que os alunos pesquisem, investiguem e façam experimentações de problemas reais, sejam em contextos mais amplos ou em uma problemática vinda da comunidade escolar. Zandvliet (2023) afirma que a STEAM, em muitos lugares do mundo, está dominando a Educação Científica por contribuir para esses aspectos.

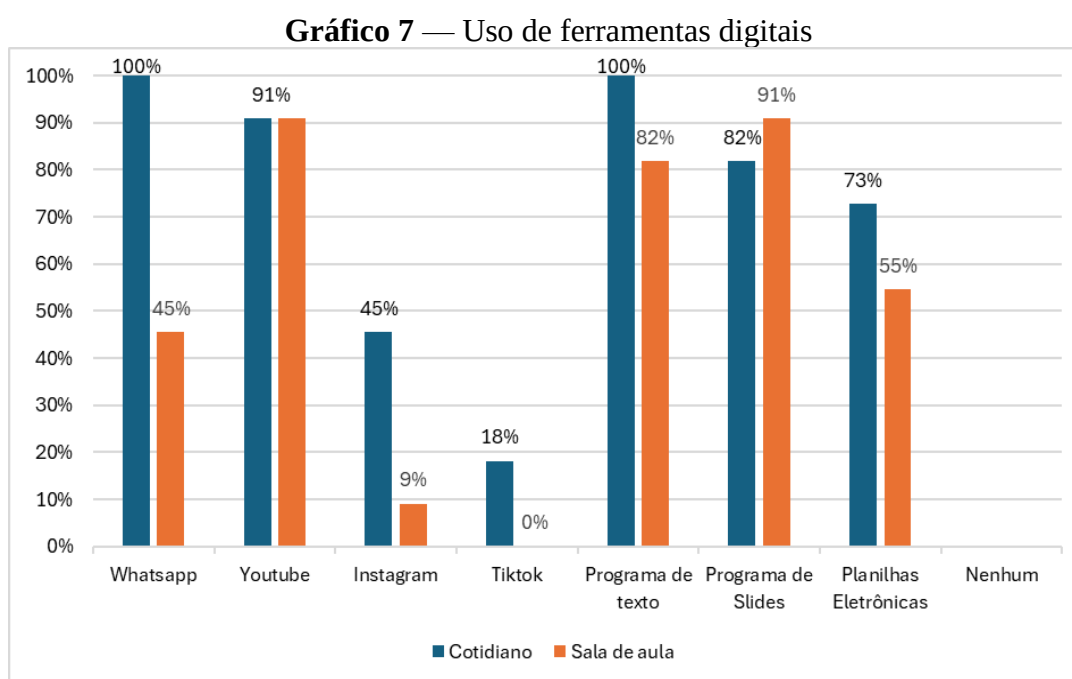
Desse modo, explicar e entender fenômenos científicos de maneira crítica, favorecer a investigação e a experimentação são modos de favorecer o desenvolvimento de competências e habilidades para a Educação Científica, assim como para o letramento científico. Essas são importantes e atuais temáticas visto a recente conjuntura, período no qual vivenciamos um período pós-pandêmico, alta disseminação de notícias falsas sem embasamento científico (OPAS, 2020), a diminuição da cobertura vacinal, até o ressurgimento de doenças antes erradicadas (UNICEF, 2023).

Dando continuidade aos letramentos das áreas STEAM, na próxima subseção tem-se o letramento digital.

6.3.2.2 Habilidades e competências para o letramento digital.

Nesta subseção, vamos analisar alguns elementos do letramento digital, tais como o uso de ferramentas digitais (UNESCO, 2013), assim como a utilização de forma crítica (BRASIL, 2018). Observando também, as percepções do uso das tecnologias digitais nas atividades STEAM durante o processo formativo, entre elas, utilizamos uma prática no *Scratch*, discussões sobre robôs e uma atividade desplugada, essas foram escolhidas devido ao fato da STEAM está constantemente relacionado à programação, robótica e ao pensamento computacional (CORREA; TOMCEAC, 2020).

Ao iniciarmos a pesquisa traçamos um perfil do professor, conforme o apêndice A. A princípio, utilizamos algumas redes sociais (*Whatsapp*, *Instagram*, *TikTok*), plataforma de vídeos *on-line* (*YouTube*) e os principais programas de escritório (editores de textos, slides e planilhas eletrônicas) para verificar o uso de ferramentas digitais, tanto no dia a dia do docente, como na sala de aula. O Gráfico 7 mostra as ferramentas digitais mais usadas pelos professores no contexto social e pedagógico (sala de aula).



Fonte: dados da pesquisa (2023).

O gráfico 7 apresenta um comparativo das ferramentas usadas no cotidiano e na sala de aula. É possível perceber que 100% dos professores utilizam *WhatsApp* e Programa de texto no cotidiano. Quanto ao uso na sala de aula, o maior percentual de utilização de ferramentas digitais é do *YouTube* e programas de *slide*. Os docentes mencionaram que já

utilizaram nas suas práticas docentes: os editores de textos (*Word e LibreOffice*); programas de Slides (*PowerPoint e LibreOffice*) e planilhas eletrônicas (*Excel e LibreOffice*) 82%, 91% e 55%, respectivamente. Aguiar e Fischer (2012) trazem reflexões sobre a multimodalidade e semiótica presentes na contemporaneidade. Desse modo, os diversos meios e símbolos de comunicação tecnológicos devem ser apropriados pelo professor, para buscarem complementar o seu agir docente, contemplando também o uso das tecnologias.

No formulário inicial, havia uma opção em aberto para que os docentes indicassem outras ferramentas digitais utilizadas no contexto escolar. Com isso, foram apontados: o *Google Sala de Aula*, jogos, materiais lúdicos e o *GeoGebra*. Ainda sobre aspecto do uso de aparatos digitais, Ellison e Qiu (2023) salientam em concordância com Aguiar e Fischer (2012) a presença de diversos campos semióticos e multimodais na modernidade, destarte, a produção de conteúdo nesses múltiplos campos, com o uso de ferramentas digitais desempenha papel importante no que versa as práticas do letramento digital docente.

No que tange aos dispositivos utilizados na escola, 91% afirmam utilizar *notebooks* ou computadores; 100% têm acesso à *Internet*, seja via Wi-Fi ou 3G/4G; 36% usam o *Tablet*; 27% já usaram lousa digital e 18% utilizaram os kits de robótica. Sobre esse aspecto, podemos observar um uso de várias ferramentas digitais. Quanto à conexão, os docentes afirmam ter Internet, apesar da oscilação e quedas frequentes. Sobre a utilização de aparatos tecnológicos mais específicos, como os kits de robótica, que estão presentes nas duas escolas, apenas 2 professores utilizaram o recurso. Sobre os dados, segundo a CIEB (2020), faz parte do LD o entendimento verbal e não verbal das informações através do uso de dispositivos digitais, além de exercer o domínio de equipamentos e *softwares* de modo proficiente.

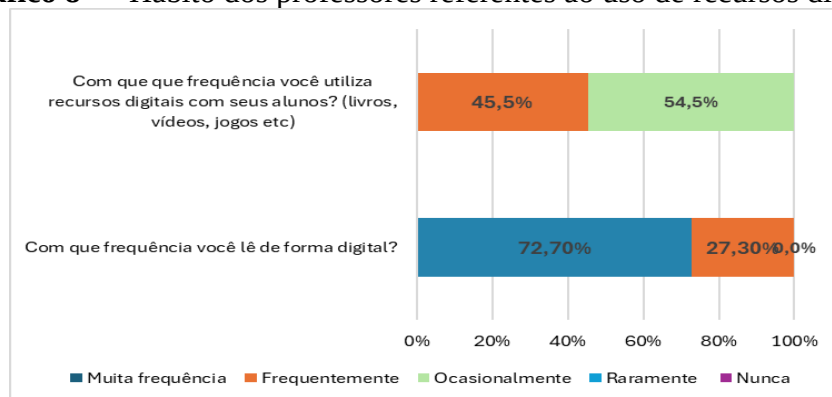
No que versa a utilização das tecnologias digitais por parte dos docentes, Budnyk (2018) enfatiza ser essencial o domínio dos professores para seu uso com consciência e criticidade. Para isso, deve-se treinar os docentes para que sejam especialistas também nas tecnologias mais modernas. Dessa forma, o professor pode desenvolver sua competência digital e por consequência estimular essa competência no aluno. Assim, a escola pode se transformar em um espaço educacional moderno e inovador.

No contexto pesquisado, pudemos examinar que os professores investigados têm um bom domínio das ferramentas básicas, no entanto, falta investimento em formação qualificada para um aprofundamento nas tecnologias mais modernas. Além disso, pôde-se iniciar um processo reflexivo se existe o conhecimento do uso pedagógico da tecnologia por parte dos professores ou se a tecnologia é utilizada para transmissão de conteúdo ao invés de criação e

produção de material didático. Discussão que não podemos nos aprofundar pela limitação do recorte da pesquisa.

Complementando a análise do perfil do professor no formulário inicial, conforme indicado no gráfico 8, quanto ao uso de recursos digitais, 54,5% usam ocasionalmente em sala de aula e 45,5% usam frequentemente. Por fim, os educadores têm o hábito de ler de forma digital, desses 72,7% leem com muita frequência e 27,3% leem frequentemente.

Gráfico 8 — Hábito dos professores referentes ao uso de recursos digitais



Fonte: dados da pesquisa (2023).

Sobre os dados, a relação do docente com o mundo digital é fundamental para a exploração da competência 5 da BNCC, referente à compreensão e utilização das tecnologias digitais de forma significativa nas práticas sociais, incluindo na escola (BRASIL, 2018). Em diálogo com a BNCC, Almeida *et al.*, (2021) explicam que os meios tecnológicos podem ser ferramentas para estimular tais competências em sala de aula, proporcionando uma vivência prática no mundo real mediado pelo uso da tecnologia, podendo assim, conectar o aprendizado da escola com a realidade em que vive.

No entanto, apesar do potencial das tecnologias digitais, os professores enfrentam desafios para utilização dessas no contexto escolar. O relato dos docentes é que a rotina escolar, as avaliações internas e externas, as obrigações burocráticas não dão espaço para aulas fora do contexto expositivo dentro da sala de aula. Além disso, questões estruturais das escolas, e problemas de conexão podem desestimular o uso da tecnologia. O professor B1 aprofunda a reflexão e comenta durante a entrevista que:

B1: A partir do momento em que se necessita de algo mais sofisticado, uma apresentação mais sofisticada, que precisa de investimento, como para adquirir um Arduino, uma protoboard, fios e sensores. Então, necessitaria de investimento para poder conseguir realizar essa intervenção (com uso da tecnologia mais avançada).

Sobre a fala do professor, concordamos que a escola precisa de investimento para aprofundar-se na utilização de tecnologias mais atuais. Para Budnyk (2018), incentivar o uso de tecnologias digitais modernas promove o desenvolvimento de especialistas nas áreas STEAM e está em consonância com o progresso tecnológico. Complementamos que, além do investimento, é essencial a formação docente para seu uso, para que assim os recursos não fiquem em desuso na escola, como, por exemplo, os kits de robótica presentes nas instituições.

Por outro lado, para além da incorporação de tecnologias avançadas, vale salientar que a escola desempenha papel importante na introdução básica do aluno no mundo digital, preparando-o para aplicação em um ambiente social. Sobre esse contexto, o CIEB (2018) destaca que o uso proficiente dos recursos digitais, o desenvolvimento de conhecimentos e habilidades para a aplicabilidade de modo reflexivo e em contextos socioculturais, são práticas do letramento digital.

De acordo com o uso das ferramentas digitais, as falas dos professores divergem entre as dificuldades de utilização, e, por outro lado, entre os professores investigados, existem os que afirmam que hoje existem muitas possibilidades que facilitam sua utilidade. Diante disso, o professor B6 reflete: “Não é difícil a gente falar em tecnologia, até porque a gente tem plataformas. Plataformas de estudo já prontas para o trabalho” (Informação Verbal B6). O professor complementa sobre a existência de plataformas de experimentos e laboratórios virtuais. Nesse contexto, a BNCC (2018) enfatiza que envolver alunos na cultura digital, por intermédio da utilização das tecnologias digitais, envolve uma participação democrática condizente com os avanços do mundo no campo tecnológico.

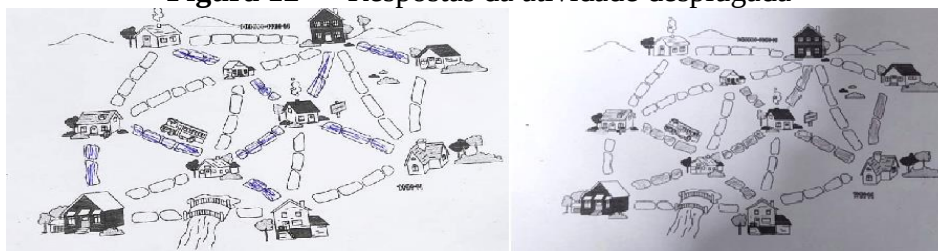
Com a intencionalidade de promover debates e estimular os docentes para o uso das tecnologias mais utilizadas na STEAM, assim como competências e habilidades possivelmente desenvolvidas por essa abordagem, durante o encontro sobre o módulo de tecnologia, fizemos duas atividades práticas, uma utilizando uma atividade desplugada para exercitar os elementos do pensamento computacional, sem o uso do computador, e outra utilizando o *Scratch*, para promover discussões sobre o letramento digital e o uso da tecnologia. Vale ressaltar que as atividades em um encontro não são suficientes para desenvolver toda a complexidade da temática, apenas pudemos introduzir as reflexões.

Na formação foi proposta uma atividade desplugada (Anexo C) que orientou as discussões sobre componentes do Pensamento Computacional (PC) (abstração; algoritmo; decomposição; e reconhecimento de padrões), que é definido como “à capacidade de compreender, definir, modelar, comparar, solucionar, automatizar e analisar problemas (e

soluções) de forma metódica e sistemática, através da construção de algoritmos” (CIEB, 2020, p. 8).

Para estimular a reflexão sobre o PC foi proposta a atividade presente na figura 12, chamada de “cidade enlameada”, que consistia em pavimentar as ruas, de modo que seja possível todas as casas estarem conectadas e a pavimentação deveria ser a mais barata possível. A habilidade correspondente à atividade foi da CIEB, referente à “PC07AB01- Conhecer o conceito de grafo e identificar instâncias do mundo real e digital que podem ser representadas por um grafo”. A atividade também visava propiciar uma apreciação sobre as redes que conectam a sociedade (telefônica, computadores, rodoviárias) (IME UNICAMP, [s.d]). A figura 12 apresenta a resposta de dois docentes.

Figura 12 — Respostas da atividade desplugada



Fonte: dados da pesquisa (2023).

A escola B mostrou professores estimulados em resolver o problema, traçando estratégias, trabalhando em colaboração, além de estimular uma competição para solucionar o desafio proposto. A escola A mostrou um mesmo interesse, mas com um pouco menos de entusiasmo.

Durante a atividade os docentes tiveram o diálogo:

B3: consegui (consegue fazer a atividade desplugada).

B5: gastei 30 peças (caminho para pavimentar as casas de modo que todas estejam conectadas)

B3: gastei 26.

B5: Não sei como B3 fez com 26, sinceramente, sei não!

B5: e eu 23.

B3: é porque B5 é da Matemática.

Os referenciais curriculares da Sociedade Brasileira de Computação (SBC) possuem três eixos: pensamento computacional, mundo digital e a cultura digital. Neste último, encontra-se o letramento digital (CIEB, 2020). A SBC aponta as práticas do raciocínio computacional, como forma de interagir com o campo digital (SBC, 2017). Shukshina *et al.*, (2021) destacam que a STEAM pode contribuir tanto para o desenvolvimento do PC como do

letramento digital. Além disso, o PC pode contribuir para a apropriação de tecnologias computacionais (ORTIZ *et al.*, 2019). Desse modo, pode-se melhorar a interação entre o homem e o computador.

Nesse contexto, os professores assistiram a um vídeo no *YouTube*¹³, no qual um pai pede aos filhos o passo a passo para montar um sanduíche. Aos poucos os professores foram percebendo que devem ser bem detalhistas nos comandos para que a tarefa seja bem executada, assim como na linguagem de programação. O professor B5 reflete “precisa ser bem específico” (Informação verbal B5). Durante esse momento, uma questão norteou o debate: o que é um algoritmo? Os docentes apresentaram as respostas:

B4: é o passo a passo para executar um programa.

B9: é uma unidade de programação.

B3: São as instruções que você dá a determinados aparelhos. Se o usuário faz isso, ele responde dessa forma.

Sobre os excertos, a CIEB (2018) define o algoritmo como um conjunto de instruções para a solução de um problema, cuja definição corresponde ao pensamento do professor B4. O professor B9 associou a uma unidade de programação, o algoritmo está relacionado à programação, mas não necessariamente representa uma unidade. O docente B5 utilizou o termo “instruções”, o mesmo utilizado pela CIEB (2018), que complementa que essas devem ser claras e ordenadas.

A partir da discussão sobre algoritmo, o educador B5 fez a seguinte consideração: “Você escuta muito sobre algoritmos nas redes sociais, como o Instagram. Quando estamos falando em determinado assunto, aparece no celular” (Informação Verbal B5). Com a reflexão do docente nota-se como o tema pode ser explorado de diversas formas, tanto para desenvolver o raciocínio, como para desenvolver habilidades de programação, assim como promover debates atuais acerca do uso ético e crítico das redes, como pontuado por B5 no que tange ao constante fluxo de informações que estão disponíveis e sendo coletados pelos algoritmos das redes sociais. O uso criterioso da tecnologia é mais um componente que orienta o letramento digital. De acordo com o CIEB (2020), faz parte da cultura digital tornar-se crítico em relação aos produtos tecnológicos consumidos.

Sobre as falas dos docentes, foi observada uma comparação para ver qual foi a melhor estratégia para conseguir executar a tarefa em menos passos. Não houve incentivo por parte dos mediadores, os professores se engajaram no cumprimento da atividade pelo fato de

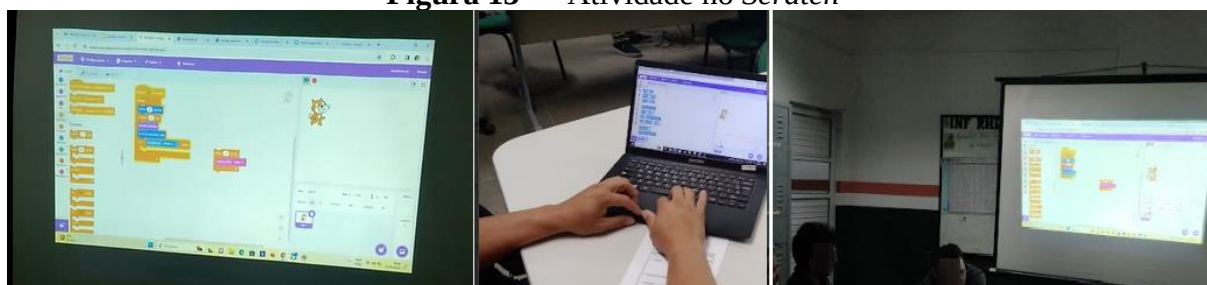
¹³ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=pdhqwbUWf4U>

acharem desafiante, a princípio usando o raciocínio lógico e depois reconheceram os padrões dos colegas que utilizaram um menor caminho durante a prática. A habilidade de abstração também foi constatada durante o percurso. A BNCC define as habilidades do PC como importantes para compreensão, análise e automatização da resolução de problemas (BRASIL, 2018).

O pensamento computacional pode contribuir como instrumentalização para o uso de recursos digitais (CONFORTO *et al.*, 2018). Além disso, Valente (2016), analisa que diversos países adotam como estratégia para implementação de tecnologias na Educação, a inclusão da programação, o uso de disciplinas que tenham tecnologias para explorar o letramento digital e a inclusão de disciplinas com o pensamento computacional de maneira transversal para o desenvolvimento de atividades usando a tecnologia. O autor destaca a importância da preparação do professor nessas áreas.

A STEAM é uma prática integrativa entre várias áreas, usando as habilidades do pensamento computacional podemos desenvolver também habilidades matemáticas, além de habilidades tecnológicas muito utilizadas na área da programação. Pugliesi (2017) destaca o campo da programação como promissor, além de ser incentivado pela abordagem STEAM. Com isso, desenvolvemos uma atividade utilizando o *Scratch* como produto de reflexão. A figura 13 mostra o desenvolvimento de uma prática no *Scratch*, uma linguagem de programação em blocos.

Figura 13 — Atividade no *Scratch*



Fonte: dados da pesquisa (2023).

No início, perguntamos quem já havia utilizado o *Scratch*. Os professores B6 e A2 já ouviram falar, mas ainda não tinham utilizado de fato. A atividade consistia em: fazer o personagem mover 10 passos; esperar um segundo; trocar de traje; andar até a borda e voltar (ANEXO D). A linguagem em blocos do *Scratch* facilitou a iniciação dos docentes aos comandos de programação. Os docentes também utilizaram a abstração, o algoritmo, a decomposição e o reconhecimento de padrões para executar a atividade prática, os pilares do

pensamento computacional. O exercício possuía um campo para preenchimento desses. A atividade de Anastácio (2020) foi retirada de um manual de atividades da eduCAPES¹⁴, um portal de objetos educacionais.

A atividade, que pode ser reproduzida pelos docentes com os alunos, incentiva o uso da linguagem básica de programação por professores que não haviam programado antes. A professora A4, nunca tinha tido contato com o *Scratch* e, com grande entusiasmo, programou o gato para andar, miar e fazer todos os passos designados pela atividade. A docente estava em parceria com o professor A2 que observou: “os comandos são autoexplicativos” (Informação Verbal A2). A professora A4 busca entre os comandos, elementos além do que a atividade solicitava, percebendo, ao longo da atividade, que tudo deve estar bem detalhado para que se tenha um bom funcionamento do programa. A Educadora busca mudar a aparência, alterar o tempo dos passos, buscando nos menus, fazendo testes e experimentações. Além disso, eles observam os erros e elaboram estratégias e raciocínios para as correções.

Os professores da escola B também demonstraram interesse na atividade prática com o *Scratch*. Observou-se que atividades desafiadoras podem trazer motivação e engajamento também no campo digital. Os professores em grupo conseguiram executar os comandos e, a partir de questionamentos, foram realizando descobertas. Um dos questionamentos foi: Por que o gato miava direto? Quais as opções de fantasias? Por que o gato volta de cabeça para baixo? Aos poucos, eles foram ajustando e corrigindo as falhas. O professor B3 gravou sua voz e utilizou como miado do gato. Ao final, os docentes concluíram que dava para fazer um trabalho muito interessante com os alunos e que eles poderiam descobrir muito mais do que os próprios educadores.

Sobre esse contexto, Correa e Tomceac (2020) destacam que o emprego de uma abordagem tecnológica, possibilitado por abordagens educacionais como a STEAM, visa subsidiar elementos para desenvolver uma cultura digital importante para alunos dessa geração. Os autores refletem que muitas vezes essa imersão vem por intermédio da robótica e computação, mas não necessariamente podemos nos limitar a essas ferramentas. Por outro lado, Coscarelli (2011) enfatiza que a simples passagem do conteúdo do modo analógico para o digital não reflete a promoção do letramento digital. Para isso ocorrer, é preciso o uso proficiente de recursos digitais, assim como a aplicação em contextos socioculturais.

Desse modo, as atividades propostas dentro do contexto STEAM visam incentivar o uso da tecnologia e promover discussões sobre seu uso consciente. A atividade praticada

¹⁴ Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/>

busca integrar habilidades como a experimentação, o uso da tecnologia, o raciocínio lógico, entre outras, para inter-relacionar áreas e capacidades em prol da construção de um conhecimento que ultrapassa as barreiras conteudistas do ensino tradicional com a aula expositiva. Diante do exposto, a partir da atividade deste módulo, da inserção da tecnologia nos outros módulos e da entrevista, pudemos nos aprofundar nas discussões sobre letramento digital com os professores. A professora A4 reforça seu pensamento sobre a temática durante a entrevista:

A4: Ele (estudante) precisa englobar muitas coisas (conhecimentos). O aluno ou a pessoa é capaz de entender as novas tecnologias? Ou saber usá-las? Porque não é só falar, mas é também saber usufruir. Pelo menos tentar. Porque tem gente que, quando não sabe, não tenta de jeito nenhum, acha que não consegue. E o letramento digital diz muito disso. É você tentar compreender um pouco e tentar também usufruir desses recursos. É que hoje tudo é muito assim, é tudo muito digital, você envia o documento em PDF. Inclusive, a gente viu muito quando vamos fazer inscrição em algum lugar. Tipo, no IFCE, tudo é no digital, envie, tem que digitalizar, escanear para poder enviar. Também utiliza muito isso, tem que saber usar.

A reflexão de A4 surgiu do questionamento acerca do entendimento sobre o letramento digital, além de promover, na sala de aula, abordagens que podem favorecer o seu desenvolvimento. A professora justifica que hoje os alunos devem englobar muitas informações, mas será que eles entendem tudo? E quando os assuntos são os domínios tecnológicos, que mudam e atualizam de forma acelerada, a docente questiona se eles conseguem usar esses recursos de maneira eficiente. A professora se detém ao fato de as inscrições atualmente serem majoritariamente de forma digital, e não apenas nossos alunos, mas as pessoas no geral, podem enfrentar dificuldades nesse momento.

Sobre o excerto, Buzato (2006) informa que as práticas de letramentos se entrelaçam aos dispositivos digitais como computadores e celulares, dessa maneira, a interação social também é mediada de forma virtual. Logo, pessoas que não conseguem usar recursos digitais de forma adequada podem ter interações sociais diminuídas ou prejudicadas. A docente citou uma situação em que o indivíduo pode ser prejudicado, como é o caso das inscrições *on-line*. Do mesmo modo, pessoas da geração digital podem sentir dificuldades em contextos que exijam o uso da tecnologia.

Com o questionamento se a abordagem STEAM pode colaborar para o letramento digital, a professora A4 afirma: “Eu acredito que tudo tem um pouquinho de tecnologia. Eu acho que todas as aulas (encontros formativos) nós vimos a tecnologia. Tudo é muito tecnológico, a tecnologia está agindo aqui na Ciência, está dentro da Matemática, dentro do

inglês, está dentro de tudo.” (Informação Verbal A4). Sobre o excerto, podemos refletir que a STEAM não é a resposta para suprir todos os problemas que rodeiam a tecnologia ou a falta dela, mas ele oferece aos estudantes do mundo inteiro um ensino direcionado para o uso de abordagens tecnológicas. De acordo com Pugliesi (2017), a STEAM é uma tendência global em ascensão em países de primeiro mundo que tem foco no desenvolvimento científico e tecnológico. Desse modo, como mencionado pela professora, o uso da abordagem STEAM pode trazer a tecnologia para perto de outras áreas como a Ciência, as Artes, a Matemática, entre outras.

Além do uso de recursos digitais, é preciso saber utilizar de forma crítica, isso é um desafio para os docentes em verificar a melhor forma de usá-los. Um exemplo é a utilização do celular. Esse pode ser usado como um recurso digital de forma pedagógica, ao mesmo tempo que pode ser um objeto de distração. Durante a entrevista, o professor A2 chamou atenção para essa problemática:

A2: Eu acredito que precisamos ultrapassar essa barreira do problema do uso do celular, é óbvio que o celular, se o aluno não usar da maneira correta, da maneira voltada para a pesquisa da escola, ele acaba usando a rede social e na escola ele acaba desfocando. É importante que ele consiga entender, além das redes sociais, que eles ficam muito limitados, eles não conseguem, por exemplo, mandar um e-mail. Eles não estão habituados a mandar um e-mail, eles sabem entrar no Instagram, não sabem fazer uma pesquisa simples, eles não sabem fazer. Isso aí é letramento digital, falta-lhes o letramento digital. Que é o uso das tecnologias digitais a favor do desenvolvimento cognitivo dele, como pessoa também. Isso aí envolve trabalho, sabe? Envolve a gente entrar em conflito com a questão da tecnologia na escola, o aluno precisa lidar com isso, o professor precisa saber lidar com isso e isso envolve tempo. É difícil, você abre um aplicativo, uma rede social, quando você vai ver, você está meia hora fazendo nada, só olhando a rede social. E ainda mais as inteligências (artificiais) facilitando o trabalho.

A resposta de A2 evidencia um debate que domina a vivência escolar. O uso do celular é proibido em diversas escolas, inclusive nas duas escolas investigadas, porém, é uma ferramenta que pode ser usada de maneira didática. A discussão abre reflexões sobre o uso crítico das ferramentas digitais. Podemos fazer um questionamento se a proibição é a melhor saída, pois, desse modo, estamos excluindo uma ferramenta digital que está amplamente vinculada ao contexto das pessoas. O professor também repercute sobre o domínio dos alunos para o uso das ferramentas e recursos digitais importantes, para ele, os alunos usam facilmente as redes sociais, porém têm dificuldades de enviar um e-mail. Sobre isso, a escola pode ser facilitadora no auxílio aos alunos nesse contexto.

Segundo a BNCC (2018, p. 18), uma das competências gerais da Educação Básica está justamente relacionado a “compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e

comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) [...]”. Com isso, podemos enfatizar que fomentar o debate para uso crítico e reflexivo dessas ferramentas poderia ser uma forma de estimular a criticidade do aluno, porém não é uma tarefa fácil, devido à atratividade das redes sociais presentes nos dispositivos móveis. Budnyk (2018) corrobora com o exposto pela BNCC e infere que é uma competência digital usar a tecnologia com responsabilidade e consciência tanto nas atividades sociais como nas educacionais.

Quando questionados sobre o uso das tecnologias caracterizadas como robôs no cotidiano, os docentes apresentaram as seguintes respostas baseadas na compreensão de processos automatizados:

B3: Chat GPT e bing.

B9: Alexya, robô aspirador.

B6: Alexya apaga e acende a luz.

B3: O Chat GPT pega qualquer tema e escreve o texto a partir de postagens da Internet, eu fiz um teste e perguntei se as referências são fidedignas e ele falou desculpa: eu criei essas referências e elas não existem, ele ainda pediu desculpa, então ele criou todo o modelo com referências inexistentes.

Nota-se que as falas dos professores novamente enfatizam o uso crítico da tecnologia. Eles trouxeram exemplos de robôs (*Chat GPT, Alexa, Robô Aspirador*) e trouxeram críticas ao uso da Inteligência Artificial *Chat GPT*. Essas temáticas devem ser exploradas na sala de aula, pois são tecnologias que não podemos mais retroceder na sua utilização. Os alunos vão usar, resta aos educadores apontarem o modo crítico de utilizar. Como o *Chat GPT* cria referências falsas e pode copiar textos prontos da Internet, tem que evidenciar o uso de modo correto e científico dos aparatos tecnológicos.

A Robótica Educacional é bastante estimulada nas práticas STEAM (PUGLIESE, 2017). Tendo em vista essa temática, os professores compartilharam suas vivências na escola: “O pessoal da feira científica da escola teve uma apresentação com robótica” (Informação Verbal B1); “A gente acaba trabalhando mais com a robótica de sucata, de reciclagem material, por causa dos custos do kit de Arduino” (Informação Verbal B6); “Eles já vieram na escola, o projeto deles (ROBOFEST- *Startup* que faz festas de entretenimento com robôs feitos de sucata) era vizinho uma sucata de reciclagem de informática. Eles recebiam doações da parte de informática. Começou na sala de aula, bem interessante. Foi um professor de biologia que desenvolveu” (Informação Verbal B6).

Pelos excertos, podemos observar que os educadores tiveram contato com a robótica educacional, mas relataram também que falta uma melhor qualificação e material para

desenvolver os projetos. Os professores acreditam que é uma experiência interessante e desafiadora para a sala de aula. Pugliesi (2020) reflete que escolas que incorporam as práticas da robótica educacional podem oferecer aos seus alunos uma diferenciação quanto à inserção desses no mercado tecnológico.

Verificando a percepção dos professores quanto às práticas da utilização da tecnologia no cotidiano escolar, podemos extrair alguns excertos das entrevistas:

A3: Eu como professora de português, estou utilizando muito (ferramentas digitais) em algumas aulas para criação de textos e a gente usa o Chromebook para eles escreverem os textos, eles acessam, eu acho muito útil o uso da tecnologia porque a gente vê que alguns têm dificuldades até para usar a senha e o e-mail, onde é o acento onde é a interrogação, tudo isso contribuiu para eles já estarem mais desenvolvidos nessas áreas, assim eles aprendem rápido, mas para eles aprenderem tem que ter o primeiro passo, através dessas aulas é que eles começam a dar os primeiros passos e depois eles deslancham, eles vão evoluindo e vão ficando mais independentes, mas é importante primeiro tentar, até para quando eles chegarem no mercado de trabalho, o que é óbvio que terá um computador, se ele não começar na escola ele vai ter dificuldades. O óbvio que não é tão óbvio.

B6: Já trabalhei na parte da matemática (ferramentas digitais), sim, eles gostam muito, eu sinto facilidade porque a gente trabalha com tablet, com celular, na sala de informática para a gente conseguir adequar. Não é difícil e a própria escola no curso de desenvolvimento do sistema eles trabalham na prática mesmo, inclusive a votação do grêmio estudantil, ano passado, foram os próprios alunos que criaram um site e aconteceu a votação do Grêmio.

A1: Eu particularmente, se puder dar uma aula virtual lá em casa, bem à vontade, com livros virtuais, com PDF, existem tantos livros, sem precisar de físico, a tecnologia é maravilhosa, quando a gente coloca em prática a gente vê que é viável.

A1: Meu sonho é chegar na sala de aula e ter todos os aparatos, data show, entre outros.

Analisando as falas dos docentes, podemos evidenciar a presença da tecnologia bem marcante no dia a dia da escola. A escola A possui *Chromebooks*, logo, a professora A3 incentiva a leitura também no âmbito digital. Sobre isso, Aguiar e Fischer (2012) afirmam que o professor deve complementar a sua docência de modo a abranger a multimodalidade e semiótica da nossa contemporaneidade, desse modo, a escola pode tentar abranger as muitas formas de leitura e escrita. A professora complementa sobre a falta de habilidade dos alunos em atividades básicas, como o envio de e-mails. Nesse contexto, conforme a Unesco (2013), cada pessoa deve saber executar tarefas de forma eficaz no ambiente digital.

O professor B6 afirma utilizar ferramentas digitais nas práticas de Matemática, trazendo como exemplo o uso do GeoGebra e outras aplicações em suas aulas. Ressaltamos que a escola B é profissionalizante e possui um curso de desenvolvimento de sistema. Nessa conjuntura, os alunos criaram um site para apuração de votos do grêmio estudantil. O docente destacou que os alunos ficaram entusiasmados com o desenvolvimento do site. Essa contextualização da tecnologia é importante no que se refere ao letramento. Sobre esse viés,

Buzato (2006) traz reflexões sobre a aplicação do conhecimento tecnológico em contextos socioculturais e dá destaque ao seu uso nas práticas sociais como sendo uma tarefa relevante do mundo moderno.

Sobre o olhar perante as dificuldades do uso da tecnologia, Adeoye (2023) destaca a falta de acesso à Internet, falta de conhecimento, problemas na infraestrutura, falta de apoio. Para o autor, todos esses são desafios para que os docentes possam desenvolver o seu letramento digital, assim como colaborar para o LD dos alunos. Para Adeoye (2023), desenvolvendo o LD, o indivíduo combina competências cognitivas, técnicas, processuais e sociais.

A formação sobre a abordagem STEAM, mediada por atividades práticas, estimula os docentes a acrescentarem a Tecnologia sempre que possível. Na subseção 6.3.1, sobre as conexões STEAM, pudemos verificar a inserção da tecnologia nas atividades e em vários contextos. Podemos ainda adicionar algumas falas dos professores:

B9: Tem tecnologias utilizadas no campo da genética que estão melhorando as plantas da Caatinga, pois, elas são plantas que têm muita possibilidade de água nos seus Caules, então estão melhorando A genética para elas conseguirem captar mais água, elas podem inclusive servir como matéria de captação de água para o pessoal que vive na seca (Módulo de Ciências).

B6: Também essas descargas que são feitas agora, questão da economia da água. (Sobre a exploração de sensores, no módulo de Ciências).

B1: As fibras podem ter alguma fibra de carbono, material mais leve para corredores, para atletas que usam a tecnologia para ser mais resistente (Encontro de Artes e discussão sobre sapatos).

A2: As turbinas são tecnologias (Encontro de Engenharia).

A2: A tecnologia consegue dar uma perspectiva que a gente não teria pessoalmente, que talvez só as pessoas que estudam mesmo teriam (usando a tecnologia na arte imersiva) e nós leigos conseguimos ter essa perspectiva do artista. (Encontro de Artes).

Os excertos supracitados são apenas um recorte dos muitos momentos em que os debates sobre o uso da tecnologia estiveram presentes nos encontros. O docente B9 integrou a Tecnologia com a Ciência, além de discutir o problema da seca e a criação de soluções para esse problema. O professor B6 relacionou a utilização de sensores que podem ser mais bem trabalhados com a robótica educacional e aliou ao problema de desperdício de água. O Educador B1 explorou a tecnologia utilizada nos materiais, também relacionando a uma problemática, nesse caso, é o grande impacto que atletas sofrem e como esse pode ser minimizado. O professor A2 destacou a tecnologia que envolve a produção de energia eólica, trazendo discussões sobre o impacto dessas usinas na comunidade e a questão da economia de energia. O educador também observou que a tecnologia imersiva pode nos fazer ter uma

experiência única no universo das artes, destacando que muitos não teriam acesso à perspectiva do artista.

Verificamos pelos encontros a riqueza que as integrações das áreas STEAM, aliadas às habilidades como a resolução de problemas, podem gerar na criação de experiências positivas no desenvolvimento cognitivo do aluno. Sobre esse viés, a BNCC aborda que participar do mundo digital deve auxiliar na construção de atitudes críticas, éticas e responsáveis (BRASIL, 2018). Shukshina *et al.*, (2021) complementa que a economia moderna é digital, desse modo, devemos explorar a tecnologia de modo amplo. Para os autores, a STEAM desponta como uma resposta à necessidade de suprir essa exigência da modernidade, explorando competências como o letramento digital, o pensamento computacional e a criatividade. Essas são competências cognitivas que podem auxiliar na formação de engenheiros, cientistas e profissionais da tecnologia, além de corroborar para uma boa convivência do cidadão com o mundo digital.

Quando questionamos sobre a importância de utilizarmos a tecnologia na STEAM, a professora A1 analisou que “[...]o mundo está todo tecnológico” (Informação Verbal A1). Esse é um forte motivo para explorarmos, no contexto educacional, abordagens ou metodologias que utilizam ferramentas digitais. Quando temos proficiência e as utilizamos de forma ética e crítica, podemos contribuir para o letramento digital de professores e alunos. Vale ressaltar a superação das dificuldades já mencionadas, como a formação para o uso da tecnologia, ambientes e estruturas propícias para a exploração de ferramentas digitais, além da disposição dos materiais necessários.

Desse modo, além das atividades propostas pelo módulo de tecnologia, os demais módulos também convergiram para o importante debate dessa temática na atualidade. Habilidades e competências para o letramento digital devem ser estimuladas para complementar a experiência docente e assim poder fortalecer as competências digitais dos alunos. Os educadores refletiram sobre a baixa proficiência dos seus alunos para o uso de ferramentas digitais, fomentar debates para o uso crítico dessas também é de suma importância para a contemporaneidade. Com isso, a abordagem STEAM surge como uma proposta para estimular o uso da tecnologia de forma consciente e também para resolução de problemas reais.

Dando continuidade aos letramentos das áreas STEAM, na próxima subseção tem-se o letramento matemático.

6.3.2.3 Habilidades e competências para o letramento matemático

Esta subseção discutiu componentes para o letramento matemático (LM), entre eles, foram destacados a resolução de problemas, além do processo de raciocinar e argumentar. A resolução de problema surge com uma habilidade para além do conhecimento matemático, está presente nos processos de “Matematização” e de “Traçar estratégias para resolver problemas” que fazem parte das capacidades do letramento matemático (LM) (OCDE, 2006, 2012). Além disso, a Unesco (2016) considera uma parte essencial para a realização de atividades matemáticas e a BNCC vincula esse componente às competências e habilidades para o LM.

Raciocinar e argumentar está presente na BNCC (BRASIL, 2018) e nos documentos da OCDE (2006, 2012), apenas com pequenas diferenças na nomenclatura. A OCDE considera o “raciocínio e argumento” como uma capacidade para o letramento matemático e a BNCC coloca o “raciocínio e argumentação” como uma competência e habilidade fundamentais para o letramento matemático, juntamente com representar e comunicar.

Ambos os componentes estão em diálogo com a abordagem STEAM e as competências do século XXI, além de poderem mobilizar outras competências, que fazem parte do letramento matemático. Diante disso, iniciamos pela análise da atividade realizada no encontro 2, sobre aprendizagem baseada em projetos. A atividade consistiu em resolver um problema: conforme o material dado a cada professor, ele deveria construir uma casa que resistisse à ventania. A prática foi inspirada na história dos 3 porquinhos. A figura 14 mostra materiais e algumas casas construídas pelos professores em formação.

Figura 14 —Experimento: casa resistente a ventania



Fonte: dados da pesquisa (2023)

Previamente os docentes discutiram vários aspectos relacionados à temática das casas, tais como o socioemocional, referente ao problema de moradia; até os cálculos matemáticos, resistência de materiais, entre outros; mobilizando assim, vários conhecimentos das áreas STEAM. Durante o experimento, a intencionalidade foi verificar quais competências e habilidades seriam necessárias para cumprir a prática, nesse ínterim presenciamos os diálogos:

A4: Problema difícil.

A4: Amei isso.

Pesquisadora: Para além do conteúdo, quais habilidades e competências podem ser mobilizadas por uma atividade como essa?

A1: Raciocínio.

A1: A importância de ser estabelecida, fixar Pezinho no chão, a casa que eu quero é uma, mas a que eu posso ter é outra.

B4: A capacidade de solucionar problemas é uma forma de estimular essa questão, aí, muita gente não sabe resolver, e a dificuldade porque, querendo ou não, você vai ter dificuldade, você vai ter que pensar [...] e tem que resolver a demanda.

Pesquisadora: Mais alguma?

A1: Planejamento.

A4: Criatividade

A2: A gente não parou para pensar, se tivesse planejado, teria sido melhor.

A4: Nós trabalhamos individualmente, você coloca uma atividade dessas, eu fico imaginando a cara do menino.

A2: Eles não estão acostumados a fazer esse tipo de problema e resolver por si.

A1: Interessante.

Os docentes relataram que a atividade pôde mobilizar as habilidades de planejamento, raciocínio e criatividade, foram estimuladas, além da resolução de um problema simples, mas que teve a utilidade de exemplificar como seria uma prática nesse formato. A professora A4, no início, achou um problema difícil e o docente A2 enfatizou que os alunos não são estimulados a resolver esse tipo de problema, ou seja, problemas práticos e que, com um pouco mais de contextualização e planejamento, podemos estimular a resolução de problemas reais, nos quais a Matemática pode contribuir para a solução. Os professores acharam a atividade interessante e motivadora.

A fala do educador B4 reflete uma preocupação trazida pelo PISA, que corresponde à capacidade de “traçar estratégias para resolver problemas”. A resolução de problemas, segundo a OCDE (2012, p. 122) “[...] é uma competência que envolve muito mais do que a reprodução básica do conhecimento acumulado. Envolve a mobilização de habilidades cognitivas e práticas, habilidades criativas e outros recursos psicossociais, como atitudes, motivação e valores”. O professor B4 menciona que existem dificuldades e que temos que atender à demanda. A OCDE complementa que para atender essas demandas precisamos mobilizar várias habilidades e recursos cognitivos.

Sobre o contexto da atividade, a BNCC aborda que no Ensino Fundamental devem ser usadas as competências e habilidades de raciocinar (além de representar, comunicar e argumentar matematicamente), de modo a resolver problemas em uma variedade de contextos usando conceitos matemáticos (BRASIL, 2018). Logo, na perspectiva do letramento, os alunos poderiam investigar as formas matemáticas, fazer conjecturas dos tipos de materiais e calcular as áreas das superfícies resistentes ao vento. Além disso, os discentes devem saber comunicar e argumentar para defender suas escolhas durante a atividade.

A atividade enfrentou uma crítica do docente, esse enfatiza a cobrança da escola pelos conteúdos e compartilhou a fala:

B8: Só colocar aqui uma questão, sobre esse último ponto aí das habilidades, não necessariamente eu enxergue algum problema nesse tipo de atividade, mas é para colocar o lado do professor na seguinte questão, isso eu acho que a escola deveria estar aqui, a gente vai ser cobrado que ele pegue o conteúdo que aprova. Então, como nosso tempo de aula que vai ser cobrado da secretaria, a gente justifica que isso aqui é o mais importante?

Sobre o excerto, compartilhamos da angústia do professor e estamos cientes das cobranças do sistema escolar para o cumprimento de metas, das avaliações internas e externas, porém a nossa intenção com as atividades no contexto STEAM não é a exclusão do conteúdo, o docente pode acrescentar os cálculos de perímetros e áreas, conteúdos recorrentes no Enem, mas pode também integrar esses com outras áreas, pode inserir a tecnologia para, por exemplo, desenhar plantas baixas com ferramentas digitais, pode desenvolver competências e habilidades sem deixar os conteúdos de lado. A fala do professor também pode destacar uma certa resistência que pode surgir de forma indireta a esse tipo de atividade.

Contudo, Blanco (2020) aponta que atividades STEAM tem se mostrado eficiente para unir a disciplina e o cotidiano do aluno com atividades práticas, e essa relação de investigação, testagem, criação de hipóteses e argumentação são importantes para a construção do pensamento matemático.

Durante a entrevista, após as formações, os professores fizeram mais algumas reflexões no que tange a questão dos problemas reais:

A2: Os problemas reais, né? Os problemas do dia a dia envolvem várias áreas, não é só uma área, então é importante que o aluno saiba fazer a ligação entre as várias áreas para poder solucionar os problemas (O professor complementou enquanto falava da interdisciplinaridade).

A2: É exatamente assim que eu acredito que eles vão poder fazer essas conexões fora da sala de aula. Com problemas da realidade deles, à medida que eles se deparam com outros problemas fora da escola, eles conseguem fazer, devido a esse trabalho feito com STEAM, eles conseguem fazer essas conexões e conseguem

perceber que o problema que está fora da escola pode ser resolvido usando aquela técnica que ele aprendeu na escola com a STEAM. Usar as habilidades que ele aprendeu na escola.

B1: Habilidade que se destaca? Resolver problemas, é algo que sempre eles trazem, professor, onde vou utilizar isso na minha vida? Isso é uma pergunta que fazem sem ter noção nenhuma do que está perguntando. A gente traz algo que resolva o problema, com certeza eles vão ver de fato verem rapidamente, para que serve aquilo que estão aprendendo.

A4: Eu destaco as habilidades de criatividade, pensamento crítico, uso de ferramentas digitais e resolução de problemas.

Diante das respostas dos participantes, podemos verificar que, após os encontros formativos, os professores tiveram um olhar reflexivo sobre problemas reais na sala de aula. A2 observa que um problema pode unir várias áreas para sua solução, complementamos que esse pode ter várias soluções, isso faz parte da aprendizagem. O docente acrescenta que, utilizando essa abordagem na sala de aula, podemos incentivar os estudantes a usarem essa habilidade fora da escola. O professor B1, quando questionado sobre qual a habilidade ele destaca na STEAM, mencionou a resolução de problemas, afirmando também que contextualizando as problemáticas podemos minimizar a inquietação dos discentes no que se refere ao porquê utilizar determinado conteúdo. Além disso, B1 traz a análise de que um problema pode envolver várias áreas. A professora A4 também destacou a habilidade de resolução de problemas com o desenvolvimento de atividades STEAM, entre outras.

Sobre esse viés, a OCDE (2006) infere que a resolução de problemas exige habilidades e competências que podem ser adquiridas tanto na sala de aula como na experiência de vida do aluno. Vale ressaltar que estamos abordando o contexto matemático, mas podemos expandir os conceitos para várias áreas de conhecimento influenciados pela premissa da STEAM. Para Fonseca (2014), o sujeito letrado deve atender às demandas da sociedade, desse modo, deve mobilizar conhecimentos que sejam relevantes para sua vida social. Nesse contexto, a perspectiva de trazer problemas reais corrobora com documentos como a BNCC, além de documentos da Unesco e da OCDE, que incentivam um ensino contextualizado a partir de problematizações.

Dando sequência aos encontros, no módulo de Matemática exploramos uma atividade prática contendo aviões de papel, nesse momento nos aprofundamos no debate sobre o letramento matemático, a partir do entendimento dos professores sobre a temática. No encontro, fizemos conexões das áreas STEAM com o tema aviões. A atividade consistiu em testar diversos *designs* de aviões para investigar qual iria mais longe, estudar as forças físicas e avaliar com modelos estatísticos a confiabilidade dos aviões. A prática está presente na figura 15:

Figura 15 — Experimento: testagem de aviões de papel.



Fonte: dados da pesquisa (2023)

Contextualizando a temática do avião os docentes trouxeram suas contribuições:

A2: Mistura Ciência, mistura tudo. Poderia colocar a questão dos efeitos climáticos que afetam o adiamento dos voos e os horários.

A1: A linguagem na hora de preencher a passagem.

A5: Fuso horário.

B1: A força resultante, o avião está vindo, está se movimentando, está indo para frente, mas vai ter uma força de arrasto e uma força de atrito.

Pesquisadora: E a matemática?

A1: A matemática é universal, está em tudo!

B6: Trabalhar uma planilha, uma planilha de análise de distâncias, de probabilidade de acerto, que acerta o alvo (avião de papel), analisar uma trajetória que você está tentando ver se ela se desvia ou não da trajetória definida.

B4: A probabilidade, as próprias relações trigonométricas, a velocidade que ele percorreu, a altura máxima que ele atingiu, o ângulo, entre outros.

Apesar do módulo ser de Matemática, os professores são estimulados a fazerem várias relações, desse modo, eles não destacaram apenas conteúdos matemáticos. A professora A1 é da área das linguagens e reconhece a presença da Matemática em vários setores do cotidiano. Os professores comentaram sobre latitudes, horários e fusos, passagens e custos. O docente A2 contextualiza e relaciona o tema aos efeitos climáticos, trazendo a questão ambiental. A professora A1 observou a importância da linguagem, inclusive em outros idiomas como o Inglês e Espanhol. B1, como professor das Ciências da Natureza, analisou as forças que agem no avião durante o voo. O educador B4 trouxe a Matemática na presença de relações trigonométricas, altura máxima e angulações presentes nas trajetórias de voos, inclusive essas

são temáticas bastante utilizadas em avaliações externas com o desenho do avião. O professor complementou que podemos usar a probabilidade em vários contextos dessa temática. As contribuições de professores de várias áreas mostram que o planejamento coletivo pode construir uma atividade que abrange muitas áreas de conhecimento, como proposto pela abordagem STEAM.

O problema a ser resolvido na atividade dos aviões era fazer investigação de qual modelo poderia voar mais longe e analisar estatisticamente a confiabilidade da escolha. As discussões durante os encontros eram fluidas, então, durante os encontros dos outros módulos, os professores traziam reflexões sobre os elementos investigados. Desse modo, em outro momento, no que tange à resolução dos problemas no contexto matemático, o professor A2, que é dessa área, reflete como é a sua vivência na sala de aula nesse aspecto:

A2: Gosto muito de abordar a resolução de problema na sala de aula, geralmente a gente abre a discussão para poder falar sobre o assunto e eles perguntam é Matemática ou Ciência, é Matemática ou Geografia, pelos questionamentos é o momento é que podemos entrar em determinados assuntos e ver que a Matemática é a disciplina que dá suporte a outras disciplinas.

O docente observa que, quando traz uma problemática para a sala, os alunos ficam confusos quanto ao conteúdo, questionando à qual disciplina faz parte. Como exemplo, temos o conteúdo de escala, que está presente tanto na Geografia, como na Matemática, inclusive é um assunto fácil de contextualizar com a utilização de mapas e plantas baixas. Com isso, docentes e alunos podem começar a traçar as inter-relações entre as áreas, verificando como a Matemática dá suporte a vários conteúdos, isso foi observado pelo professor.

No que concerne a habilidade e competência matemática de raciocinar, proposta pela BNCC, em alguns momentos dos encontros formativos os docentes trouxeram discussões sobre o tema. O professor B9 exemplificou momentos no contexto escolar, e esses podem se estender para o dia a dia do aluno mostrando que o raciocínio é importante:

B9: Eu já vi a resposta do aluno, que temos que parar na frente dele, ver o que ele colocou para ter a noção (colocar o aluno para refletir). Pois, às vezes, também precisa de um pouquinho raciocínio lógico. Como pode uma pessoa ter a resposta na Internet também e responder que a pessoa estava andando a 88 km/h? Aí imagina uma pessoa andando a 88 km/h. O avião estava a menos de 200 km/h, ou seja, o avião estava voando para trás. E fulano colocou 5000 mg em uma dosagem de remédio, ou seja, 5000 mg ali pode matar a pessoa, qualquer remédio. Então, a gente não tem noção dessas respostas, ele precisa se apropriar das grandezas das medidas, compreender até que ponto isso pode acontecer na realidade, não é colocar qualquer dado ali não, por exemplo, na prova de genética a minha prova de genética o fulano teve 6,86 filhos, como pode ter 6,86 filhos?

A fala de B9 traz muitos pontos para refletirmos, pois todas as situações que ele presenciou nas provas são aplicáveis à realidade. O aluno precisa ter um letramento para que ele não leve erros de interpretação para o seu cotidiano. O professor utilizou os exemplos das grandezas e medidas, como aviões com velocidades negativas, pessoas andando mais rápidas que carros. Esses exemplos são circunstâncias em que, com a habilidade e competência de raciocinar, podem-se minimizar problemas, como, por exemplo, a compreensão das dosagens de remédios e seus efeitos adversos.

Sobre esse viés, Santana, Silva e Freitas (2021) destacam a relevância da compreensão científica e a aplicação dos conhecimentos nas práticas do cotidiano. Os autores reforçam, entre as práticas do letramento, a leitura de bulas, a interpretação de faturas, entre outros, fatos esses constatados também pelo professor. Desse modo, a interpretação, a compreensão e a boa utilização dos dados científicos e matemáticos na escola, e para além da escola, é uma prática que deve ser considerada quando falamos em uma Educação Holística, aquela que forma cidadãos críticos e capazes de tomar decisões com embasamento teórico.

Tendo em vista as atividades apresentadas, optamos por utilizar materiais de baixo custo para facilitar a introdução dos conceitos e a reprodução das práticas na esfera pública. A atividade das casinhas e dos aviões de papéis trouxeram bons *feedbacks* dos professores que reforçaram o desenvolvimento do raciocínio lógico. Sobre esse olhar, a professora A4 reflete “Engraçado que às vezes a gente extrai tanta coisa boa, com o simples [...] vemos que é coisa simples e coloca a criança e o adolescente para pensar, como é que ele vai resolver determinados problemas e mostrando o simples mesmo do dia a dia” (Informação Verbal A4). A docente revelou preocupação em encontrar práticas que fossem baseadas em projetos que pudessem conectar áreas e desenvolver habilidades e competências. A partir do desenvolvimento das atividades, a educadora constatou que com materiais e atividades simples, poderíamos colocar os alunos para raciocinar e pensar em soluções baseadas no raciocínio e argumentação.

A atividade dos aviões de papel fez com que os professores pensassem, raciocinassem e elaborassem conjecturas e já vislumbraram a aplicação nas suas salas, observamos pelas falas:

A4: Faz de conta que a gente vai fazer um foguete, vamos lá para o terraço quando tivermos o foguete, para fazer a medição de quantos metros voou.

A1: O avião tem que ser magrinho e pontudo.

A5: Os dois fininhos foram mais longe, os mais bicudos têm menos atrito com o vento.

B6: Meu avião vai mais longe, mas não tem estabilidade (percepção após os testes).

B5: O meu fura o ar, é um Air France.

B9: Esse voa para baixo, vai direto para o chão.

B6: Esse está mais largo e vai planar no ar.

Pesquisadora: Após investigar a aerodinâmica, como posso ver matematicamente qual o melhor avião?

B6: Calcular média, moda e mediana (estatística).

Na observação durante a atividade, os professores A1, A4, A5, B5, B6 e B9 fazem as experimentações e testam os modelos ao mesmo tempo que podem exercer a argumentação com base na Ciência e na Matemática para escolher o melhor *design*. Quando questionados sobre como fazer a escolha do avião baseado na Matemática, o docente aponta a Estatística, calculando a frequência, amplitude, as medidas de tendência central e medidas de dispersão, podemos definir o modelo mais confiável. Os cálculos podem variar com o nível de escolaridade.

Os educadores demonstraram interesse e entusiasmo em fazer a prática, fazer os testes, entender os comandos para criação do protótipo de papel e observaram as habilidades necessárias para criar um *design* que fosse eficaz para ganhar um campeonato de aviões de papel. Podemos relacionar parte dessas atitudes apresentadas durante a atividade, ao ato de raciocinar e argumentar, destacado pela OCDE (2012) como capacidades relacionadas ao letramento matemático que envolve pensar logicamente, fazendo inferências a partir desse pensamento lógico. Com isso, assim como os professores, os alunos também podem fazer suas próprias inferências a partir das atividades práticas, utilizando a lógica e argumentação para desenvolver um raciocínio. Os professores devem mediar esse momento, promovendo debates e questionamentos com intencionalidade pedagógica, auxiliando os alunos a chegarem no resultado pretendido com o exercício, seja para desenvolver conhecimentos curriculares ou habilidades e competências.

O avião pode ser um contexto que esteja fora da realidade dos alunos, mas é um objeto que eles conseguem visualizar, são capazes de identificar uma contextualização, pode simplesmente ter tido contato com brinquedo na infância. Desse modo, o uso de um avião de papel ou avião motorizado, torna-se um material concreto de aprendizagem para, assim, facilitar a elaboração de conjecturas científicas e matemáticas por intermédio da experimentação. Se o professor aproximar ainda mais os problemas da sala de aula com problemas reais, de acordo com Dante (2022), os alunos ficam mais motivados e engajados, pois veem significado no objeto de estudo. Esses são alguns dos elementos que podem construir o letramento matemático do estudante. O letramento associa a leitura e escrita de representações matemáticas inseridas na sociedade com a aplicação desses conceitos no dia a

dia (FONSECA, 2014; MENDES, 2017). Com isso, é importante a ambientação dos alunos em problemas do cotidiano, além de fornecer habilidades para resolvê-los.

Raciocinar matematicamente é uma prática importante e necessária para as atividades cotidianas. Sobre as práticas cotidianas, os professores durante o módulo de Matemática fizeram as seguintes considerações:

A4: Lembra que ele (professor de Matemática) disse que a Matemática é a primeira linguagem, a Matemática está em tudo.
A1: A Matemática é uma linguagem.
A4: Quantos minutos vai gastar (reflete que o tempo é Matemática).
A5: As horas para ir para a aula seguinte.
A5: Juros de banco.
A2: Aí que complica (sobre juros de banco).
A4: Nem quem entende (sobre juros de banco).
A1: Na comida, na medida, idade.
A4: Diminuição do salário, divisão do salário.
A1: O ruim é que agora, se você notar, a gente vai comprar e o preço à vista parece de modo a induzir que você compre à prestação.
A5: E quando você vai colocar a gasolina, é um preço à vista e outro no cartão, mesmo que você pague de uma vez.

A professora A4 pontua que a linguagem matemática é importante, considerando uma das primeiras linguagens. A educadora relembra os tempos de escambo para compra e venda de recursos. Os docentes destacam a Matemática na contagem do tempo (horas, meses e anos). Nas compras à vista e a prazo, nas práticas de juros no comércio e bancos. A professora A1 observa que muitas vezes as lojas induzem ao erro quando falam, por exemplo, que uma televisão é R\$ 1.200,00 à vista e 12 vezes de R\$ 120,00 à prestação. O cidadão menos atento é induzido ao erro e pensa que o preço a prazo está igual à vista. A Matemática permeia nosso cotidiano de modo muito significativo, como observado pelos docentes, diante disso, é essencial o desenvolvimento de habilidades matemáticas nos nossos alunos.

Os docentes veem a importância desse entendimento matemático no nosso dia a dia para a compreensão de tarefas que realizamos no cotidiano, como colocar gasolina, ir às compras ou ao banco. Os professores destacaram, desde a questão salarial, ter o entendimento dos descontos e impostos, até tarefas simples como cozinhar, as receitas nada mais são do que proporções matemáticas. As discussões acerca da Matemática no cotidiano continuam com os excertos:

B8: Não tem apropriação da terminologia (para o professor, o aluno não entende a linguagem matemática).
Pesquisadora: E os colegas de matemática, o que têm a dizer? Os meninos estão sabendo interpretar a Matemática no cotidiano?
B4: Sabem não, em termos de base ainda são muito fracos.

B6: Ele chega no mercantil e conta: essa compra aqui é tanto, você tem isso, para facilitar o troco? Até tem, mas fica com medo da pessoa enrolar ele, porque não consegue fazer um cálculo mental. Para facilitar aquele troco no caixa, ele fica até com medo. A pessoa até tem, mas tem medo de entregar a moeda e sair perdendo, pegar troco errado, aí diz que não tem, até tem, mas não consegue acompanhar esse raciocínio.

B9: Os alunos têm raiva da Matemática, mas eles não sabem que a Matemática é a forma como as Ciências se tornam práticas e prováveis, pois se a gente for falar bem eu acredito que a Matemática é a linguagem da Ciência, pegando o gancho das Ciências Naturais vemos que a Matemática explica muitos conceitos da Física, muita coisa que foi provada no campo das Ciências Naturais é Matemática.

Pelas falas dos professores, muitos acreditam que falta interpretação para entender textos e símbolos referentes à Matemática. O educador B8 enfatiza a falta de apropriação nesse quesito. Questionando os docentes da área, B4, em resposta, confirma que falta um entendimento dos termos matemáticos e complementa quanto à defasagem, considerando que os estudantes têm uma base de conhecimentos ainda superficial. O Educador B6 exemplifica uma prática cotidiana relacionada às compras, pagamentos e trocos, afirmando que os discentes não conseguem fazer as contas básicas e cálculos mentais nessas situações. O docente B9 reflete que muitos estudantes não gostam de Matemática e não percebem que ela está fortemente presente em outras áreas importantes.

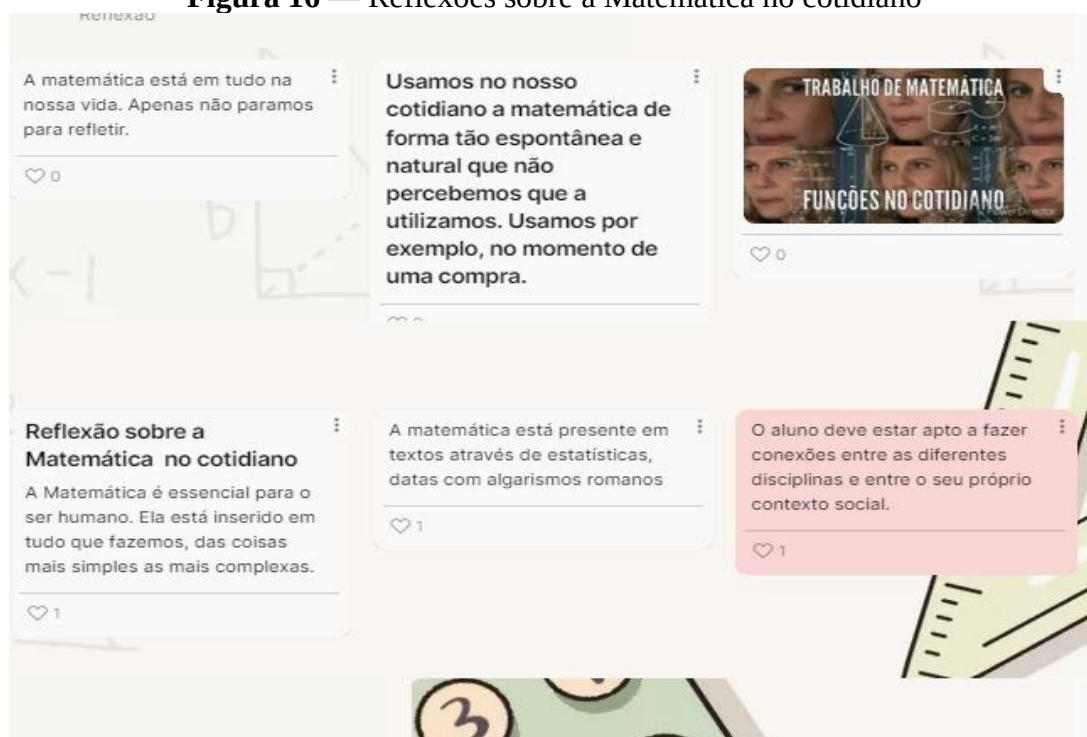
Como educadores precisamos refletir em como minimizar esses problemas relatados pelos professores, apesar de em muitos momentos os docentes afirmarem ser um problema de todos os atores da sociedade, incluindo pais, gestão, comunidade e o sistema de ensino. Sobre os diálogos supracitados, alguns docentes mencionaram como crianças que vendem na rua conseguem fazer os cálculos de troco e o professor B1 faz a consideração: “A questão do interesse! Eu acho que lá (dar troco em vendas no sinal) eles estão ganhando, precisando, é a necessidade, é questão de sobrevivência ou aprende aqui ou morre (de fome). Ele é estimulado, pois está ganhando e recebendo ganhando” (Informação Verbal B1).

Desse modo, o professor tem um papel fundamental nesse contexto. Devemos refletir em como aumentar o interesse, o engajamento e a motivação, para não chegar em casos extremos, como o exemplo apresentado por B1, no qual o aluno aprende apenas se precisar muito daquele conhecimento. Nessa perspectiva, Blanco (2020) propõe a utilização de projetos contextualizados e situações-problemas para aumentar o interesse do aluno, pois, segundo o autor, o estudante consegue fixar mais esses conteúdos quando os relaciona automaticamente às suas utilidades. O autor pondera também, que os professores tendem a evitar esses projetos por acreditarem que podem extrapolar sua carga horária. Por isso, concordamos com os educadores que esse é um problema que deve ser resolvido por toda a comunidade escolar.

Continuando as análises sobre as reflexões dos professores, podemos interpretar a abordagem STEAM sobre a ótica do letramento Matemático de modo que, Wang e Shi (2023) evidenciam sobre como os problemas não aparecem de forma isolada na vida real e a STEAM propõe que abordemos esses problemas através dos conhecimentos obtidos das integrações interdisciplinares. Siregar, Rahmawati e Suyono (2019) verificaram que os docentes priorizam os conteúdos em detrimento das competências e habilidades, porém, de acordo com o nível de LM do professor, pode-se promovê-las e, com isso, aplicamos a Matemática de modo mais proficiente na vida cotidiana.

Ressaltamos a importância do conhecimento utilizado de modo eficiente no dia a dia, pois, conforme os autores, essa é uma prática relevante dentro da proposta de desenvolver os letramentos (SOARES, 1998; SANTOS, 2007; FONSECA, 2014). Com isso, colocamos um *link* do Padlet, que permite a criação de um mural virtual, para fazer comentários sobre esse tema. As respostas estão apresentadas na figura 16:

Figura 16 — Reflexões sobre a Matemática no cotidiano



Fonte: dados da pesquisa (2023).

Esse momento ocorreu de modo anônimo, por isso não temos a identificação dos professores que fizeram os comentários. Na ordem, observamos na Figura 16 que o primeiro docente destaca a presença da Matemática em tudo, falta refletir sobre isso. Na sequência, o professor observa que muitas vezes utilizamos a Matemática sem nos atentarmos que estamos

utilizando-a em fatos corriqueiros do nosso dia. Em seguida, o educador afirma que a Matemática é essencial desde as atividades cotidianas mais simples às mais complexas. Dando continuidade, outro docente observa a presença da Matemática em práticas textuais e, por fim, o educador reflete que o aluno deve verificar a conexão entre as disciplinas e a Matemática, além desses com seu contexto social.

Nesse viés, a OCDE (2012) enfatiza que o indivíduo deve ser capaz de identificar e compreender o papel da Matemática no mundo. Além disso, ele deve ter uma base bem fundamentada para fazer julgamentos e tomar decisões, para que assim, ele possa usar a Matemática para atender às necessidades da vida de maneira construtiva, crítica e reflexiva. Durante esse percurso, o professor, assim como todo o sistema escolar, deve oferecer provimentos para que o aluno conclua a Educação Básica com proficiência em Matemática e assim, consiga ser um cidadão consciente na hora de efetuar uma escolha com base nos conhecimentos matemáticos.

Durante o encontro do módulo de Matemática, nas práticas STEAM e nas entrevistas observamos quais as concepções dos professores sobre conceito de letramento matemático. Quando questionadas sobre o tema as professoras das áreas das linguagens tiveram os seguintes entendimentos:

A1: É exatamente a prática do conhecimento, ele sai da sala de aula, não é só aquele momento, já existia antes daquele momento. Você não vai para a escola para aprender Português e Matemática, você vai para entender novas coisas e entender o porquê de você utilizar aquilo, aprende as nomenclaturas que você já usava.

A3: Eu costumo falar para os alunos que às vezes eles não conseguem resolver um problema de Matemática porque eles não conseguem nem entender o enunciado da questão. Então, se eles pararem e conseguirem entender o que a questão está querendo dele, ele vai conseguir pelo menos tentar elaborar o cálculo. Eles são também muito imediatistas, eles olham e já querem fazer uma conta que eles não sabem nem por onde começar.

A5: Saber que o produto é multiplicação, é saber que o terço de tal coisa é a divisão por três.

Sobre os excertos, nota-se que muitas das falas das professoras refletem que o letramento matemático está relacionado ao comando das operações, à leitura dos enunciados e à interpretação dos problemas. A OCDE (2012) relaciona esse entendimento à capacidade de “usar linguagem e operações simbólicas, formais e técnicas”, que consiste em compreender a linguagem matemática, interpretar e fazer a manipulação de expressões simbólicas. A BNCC (2018) corresponde o LM à competência de representar, que se refere à compreensão de conceitos para se ter acesso a objetos matemáticos. Contudo, o LM é muito mais abrangente, como refletido pela professora A1, é o conhecimento que extrapola os limites da sala de aula,

são conhecimentos que eles, muitas vezes, já encontraram no seu cotidiano e a escola tem o papel de fazer o aprofundamento.

Dando continuidade aos debates sobre letramento matemático, os professores das áreas das Ciências da Natureza e Matemática, tiveram um entendimento similar, quando se fala em LM, mesmo em outras áreas que não seja das linguagens, os professores relacionam com a questão textual e de interpretação. Nesse sentido, extraímos os seguintes excertos:

B4: É o grande problema deles: a interpretação. Se colocar a equação de segundo grau, eles resolvem tranquilamente, mas quando você contextualiza, eles não conseguem entender.

Pesquisadora: E se a gente contextualizar essa equação em um problema do cotidiano deles?

B4: É a mesma dificuldade, é igual, não conseguem ler as expressões matemáticas.

B6: A dificuldade é geral.

B6: Acho que o problema pode ser bem contextualizado, mas se o problema passar para linguagem matemática, se você escrever em forma de X , eles resolvem, mas se for para entender quem é X , o que é o dobro do X , o que é cada equação, o que é variável, ele não consegue.

B5: Na época do nosso estudo era desse jeito, era muito objetivo, assim essa questão de interpretação uma coisa que já é mais nova, depois dessas provas do Enem, mas realmente eu me lembrei da faculdade, a gente na época estava falando sobre e o caminho que o sangue percorre, quando a professora colocava isso num determinado contexto a gente tinha dificuldade de fazer quando ela falava assim bem objetivamente a gente fazia algo com facilidade, mas quando era no contexto era mais difícil para gente começar a pensar, porque a dificuldade é essa de pensar.
Pesquisadora: Se vocês observam essa dificuldade na sala de aula, como eles vão se comportar na tomada de decisão no cotidiano?

B4: Não vão!

B4: O próprio enunciado, quando ele pega a questão, tem um enunciado de 2 ou 3 linhas, ou um pouco mais, ele já pula essa questão, então só o enunciado já me cansei. Às vezes a resposta está no próprio enunciado, está no próprio texto da questão.

Os diálogos supracitados novamente denotam o entendimento do letramento no sentido de entender o enunciado literalmente, sem levar em consideração a abstração necessária para resolver problemas. As falas dos professores B4, B5 e B6 nos mostram também que, quando falamos em contextualizar um problema, a compreensão é das questões no formato ENEM. B5 relembra que antes as questões eram mais objetivas, nas épocas dos vestibulares. O professor B4 salienta que o grande problema dos alunos é entender a questão, e B6 complementa que, se for diretamente para encontrar o X , eles resolvem mais facilmente do que quando a questão está no formato de problema contextualizado. Os professores dessas áreas estão bem pessimistas, devido ao fato dos baixos índices e das baixas notas escolares. Eles se unem em concordância quando destacam a dificuldade dos alunos.

No que se refere ao entendimento dos professores, observamos que as questões contextualizadas tem seu valor para desenvolver, por exemplo, a interpretação dos alunos,

mas quando falamos de problemas contextualizados STEAM, falamos de algumas metodologias e abordagens diferenciadas. O problema deve ser real e palpável, como, por exemplo, resolver o problema da poluição da “lagoa do urubu”, uma lagoa próxima ao entorno de uma das escolas, e não apenas nos referimos ao problema no papel, o aluno deve ser estimulado a desenvolver competências e habilidades, usar os conhecimentos das áreas STEAM, utilizar a cultura *maker* e desenvolver protótipos para resolver aquele problema, que pode ou não ter solução. A solução de problemas não é fixa, pode haver várias respostas corretas, o importante é o percurso até a construção de conhecimento para essa solução. Desse modo, a contextualização da STEAM é muito mais aprofundada do que as questões do tipo situações-problemas destacadas pelos professores. Do mesmo modo que o letramento matemático é muito mais que ler e interpretar as questões contextualizadas das provas.

Para Siregar, Rahmawati e Suyono (2019), a STEAM apresenta muitas contribuições, como colaborar para a aprendizagem científica e matemática, estimulando a capacidade de raciocinar e integrando conceitos através da investigação. Contudo, sua implementação implica em dificuldades processuais, com isso, os docentes priorizam a transmissão direta dos conteúdos no lugar do desenvolvimento de competências. Os docentes enfrentam muitos desafios, desde a defasagem, à falta de apoio e tempo para desenvolver projetos mais elaborados. Por outro lado, não precisamos de atividades tão elaboradas para o desenvolvimento da resolução de problemas, argumentação e raciocínio lógico, basta ter disponível uma intencionalidade clara, criatividade e uma formação para o uso de novas abordagens e metodologias de ensino. Sobre isso a professora traz uma reflexão:

A4: Às vezes acontece é que nós estamos tão acostumados na cabeça da gente, internalizamos que as coisas boas são aquelas mais elaboradas, mas eu estou vendo ultimamente, por exemplo, no ano passado eu assisti ao programa O LED, luz para a educação. Os projetos que mais ganharam foram projetos simples, que a gente faz em sala de aula, por exemplo, teve um que foi a Educação antirracista de uma professora em Salvador. [...] outro trabalho foi feito pós-pandemia, para cuidar da saúde dos alunos. Vi alunos chorando dizendo que conseguiram voltar para a escola, voltar a estudar, graças ao apoio da escola, quer dizer, são atitudes bem simples, para se pensar, assim, que uma coisa simples, um avião de papel faz o menino aprender assim uma infinidade de coisas.

A professora A4 reforça que projetos simples e elaborados dentro da sala de aula podem fazer a diferença. A docente destacou o programa LED, que premia projetos que sejam inspiradores e transformadores para a Educação. A educadora também deu um *feedback* para a atividade do avião de papel, observando que podemos fazer os alunos aprenderem muitas coisas com uma atividade simples de experimentação. Enfatizamos que a intenção da

atividade para a aprendizagem, para a mobilização de competências e habilidades, deve estar clara durante o planejamento. A docente complementou ainda que “a gente se anima quando tem uma coisa diferente, imagina o aluno.” (Informação Verbal A4). Desse modo, não podemos ser passivos, os desafios são grandes, mas os professores podem fazer a diferença.

Durante as entrevistas, podemos extrair mais alguns excertos dos professores de Matemática acerca do LM após os encontros formativos:

A2: A gente está muito distante (de alcançar o LM). Os dados que a gente recebe de avaliações, do PISA, mostram muito, eles não têm essa habilidade ainda desenvolvida, desse letramento. Eles apenas conseguem resolver problemas que eles já estão habituados a resolver. Acabamos treinando para as avaliações externas, e o nosso tipo de avaliação está bem defasado em relação ao que se cobra hoje como habilidade. O letramento matemático seria você entender, compreender problemas diários usando a Matemática. A maioria dos nossos alunos não consegue ter essa compreensão. Eles resolvem o problema que estão habituados na escola e que às vezes nem tem conexão com o dia a dia dele, está muito distante esse letramento a gente ainda tem muito caminho para percorrer.

B6: Já conhecia essa questão (do letramento), quando trabalhava com a problemática com eles, para eles fazerem uma aplicação de um conhecimento matemático, muito embora, se não apresentasse o conteúdo, mas trazia uma problemática para eles, também tentaram resolver aquele problema e tentaram trazer o conhecimento matemático que estava inserido naquele problema e depois analisaram os resultados e relatórios, e depois a gente fazia uma roda de conversa para discutir possíveis soluções e o melhor caminho, qual o mais viável, a gente trabalha bastante essa questão do letramento.

O professor A2 justifica a distância entre as práticas do letramento e a sala de aula, por os alunos e educadores serem mais cobrados para as avaliações externas, desse modo, eles encontram mais facilidade para resolver questões as quais estão habituados no nível escolar. Para o docente, o aluno não tem muita compreensão dos conteúdos no dia a dia. Sobre isso, Blanco (2020) discute que projetos integrados podem auxiliar no desenvolvimento da cognição, agregar valor e dar significado ao processo de aprendizagem matemática, deixando esse processo menos abstrato, e com isso pode-se minimizar esse longo percurso identificado pelo professor, entre nossos alunos e o letramento.

O docente B6 afirma que trabalha a questão do letramento, trazendo conteúdos em forma de problemáticas para que os alunos reflitam e resolvam. Logo após a apresentação do problema, os alunos juntamente com o professor fazem uma roda de conversa. Esse último faz parte de uma das competências para o LM, conforme a BNCC, a comunicação, com isso os alunos devem ser capazes de justificar conclusões, apresentar resultados e elaborar relatórios não apenas com símbolos matemáticos, mas também com a língua materna (BRASIL, 2018). O professor relatou uma prática da elaboração de um site para um sistema eleitoral interno,

com a finalidade de fazer uma eleição do grêmio estudantil, durante esse processo os alunos também deveriam criar relatórios pautados em conceitos científicos e matemáticos.

Os professores também trouxeram críticas aos questionamentos sobre seus próprios letramentos:

B1: Acredito que sim, os professores daqui são letrados, inclusive, a gente faz (aula contextualizada), a gente usa quadra de esporte para fazer uma aplicação prática, a gente leva na quadra para eles medirem ali a semicircunferência, a gente levou para medir a dimensão toda com a trena. A gente sabe fazer isso, todos sabemos fazer.

B8: O professor sabe, o professor já estudou sobre letramento, o que não tem é o debate sobre responsabilizar os agentes que atrapalham a Educação. Então, tem que chegar junto nos pais, tem que chegar no famoso (segundo o professor induz os alunos a não estudarem), tem que responsabilizar.

Diante da resposta dos participantes, podemos verificar que o sentimento do professor é de estar sendo unicamente responsabilizado pelo histórico de desempenho ruim dos alunos, segundo os indicadores. Para os docentes, eles têm a compreensão do que é letramento e fazem nas suas aulas práticas para deixar a Matemática menos abstrata, porém, tem muitos fatores que dificultam o pleno desenvolvimento da Educação, esses serão discutidos e explorados na próxima subseção.

No que se refere à proposta de discutir o letramento matemático com a abordagem STEAM, busca-se complementar o ensino tradicional. Para Wang e Shi (2023), a integração dessa abordagem de forma prática conecta a Educação STEAM com as práticas do letramento. Para que, desse modo, possamos utilizar a Matemática para compreender diversos fenômenos de maneira mais eficiente. Os resultados mostraram que, conforme os professores, podemos elaborar atividades STEAM que promovem a resolução de problemas, o raciocínio lógico, a argumentação, entre outras habilidades, porém, para os professores dessa área, grandes são os desafios para o ensino e aprendizagem de Matemática e essas dificuldades podem refletir na percepção e interpretação da Matemática na realidade dos alunos.

Visto as discussões sobre as contribuições para os letramentos relacionados à abordagem STEAM, na próxima subseção abordaremos os desafios para a elaboração e implementação de projetos e atividades nesse contexto.

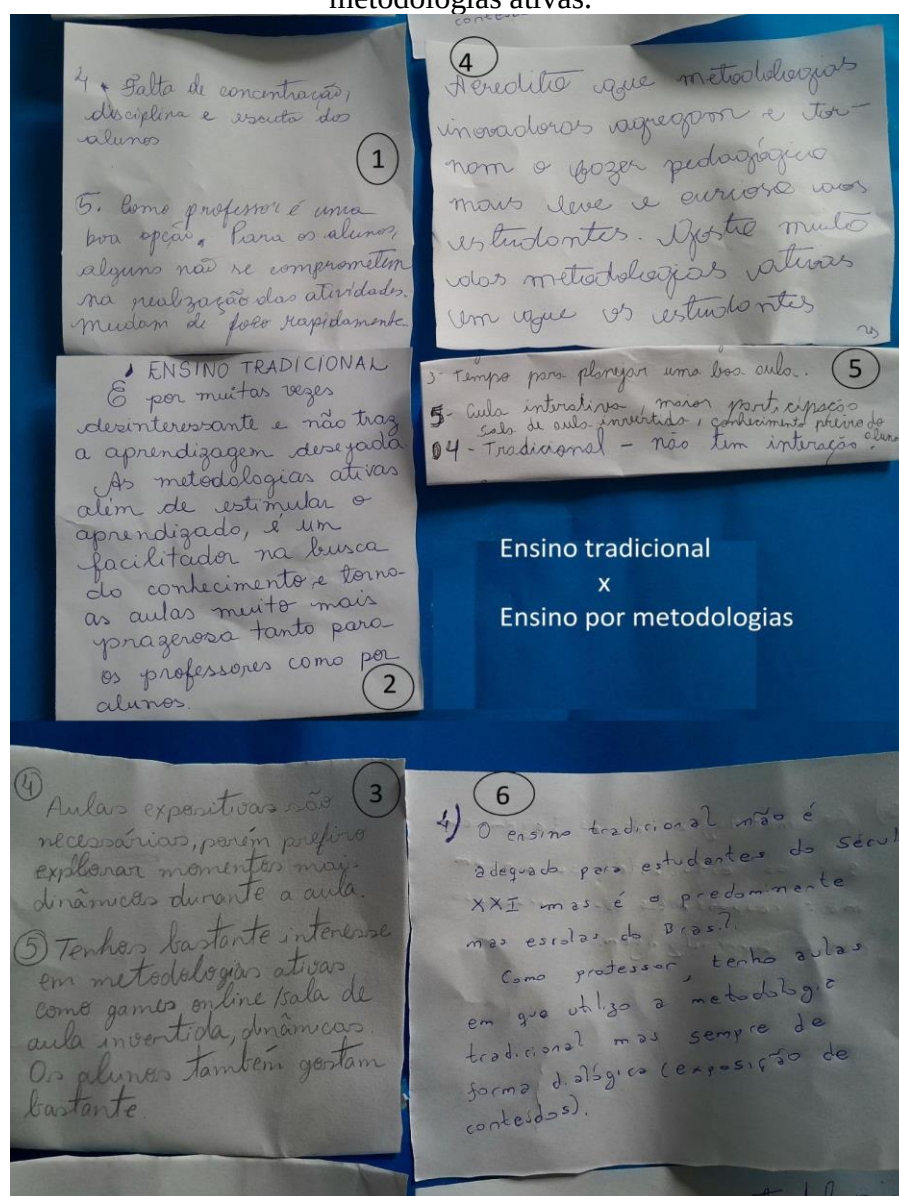
6.3.3 Desafios para utilização de atividades STEAM

Esta subseção busca verificar os desafios observados pelos docentes investigados para criação, elaboração e utilização das atividades integradas no contexto STEAM. Os desafios

podem ser estruturais, problemas físicos, da rotina ou sistema escolar. Outros desafios refletidos durante a pesquisa são aqueles referentes ao humano, que vão desde as crenças pessoais, falta de formação, falta de domínio técnico, teórico e metodológico.

No primeiro encontro, momento em que ainda estávamos introduzindo o conceito da STEAM, debatemos com os professores sobre projetos no geral, dificuldades para aplicá-los e incentivamos uma reflexão sobre o ensino tradicional em comparação ao ensino com metodologias ativas, como a aprendizagem baseada em projetos. A Figura 17 apresenta registros das reflexões feitas pelos professores sobre esta temática, no primeiro encontro formativo.

Figura 17 — Reflexões dos professores sobre o ensino tradicional versus ensino por metodologias ativas.



Fonte: dados da pesquisa (2023).

Os questionamentos feitos foram: 1) O que você pensa sobre o ensino tradicional? Você, professor, se adequa a esse tipo de ensino e quanto ao seu aluno? 2) O que você pensa sobre o uso de metodologias ativas no ensino? Você, professor, se adequa a esse tipo de ensino e quanto aos alunos? (Exemplo: Aprendizagem por projetos). Na figura 17, as respostas dos professores estão numeradas por círculos de 1 a 6.

A resposta 1 mostra a reflexão do docente sobre os alunos no ensino tradicional, aquele no qual o discente aprende de forma passiva, o professor destaca a falta de concentração do estudante nesse tipo de ensino. A resposta 2 indica esse ensino como desinteressante, enquanto a resposta 3 vincula o ensino tradicional às aulas expositivas e falta de dinamismo. A resposta 5 reflete que falta interação no ensino tradicional, já para o respondente 6, o ensino tradicional não condiz com os estudantes do século XXI. A intenção do debate foi considerar a perspectiva de Lorenzin (2020), na qual enfatiza uma contradição entre manter a estrutura tradicional de ensino ou optar por uma transformação. Esse é um dos primeiros desafios a serem superados, pois para a autora, tentar enquadrar-se em novos modelos de ensino, faz-se necessário uma mudança na rotina escolar que já é internalizada pelos docentes.

Por outro lado, os professores investigados mostraram-se bastante receptivos para a utilização de projetos e metodologias ativas. Conforme a figura 17, a resposta 2 destaca que o uso de metodologias ativas é prazeroso para alunos e professores. A resposta 3 associa as aulas com metodologias ativas com a gamificação, a sala de aula invertida e as dinâmicas, afirmando que os alunos gostam bastante. Com a resposta 4, temos a reflexão de como as aulas nesse contexto aguçam a curiosidade. Com desafios para essas metodologias, temos a resposta 1 que pontua que falta foco para os alunos executarem projetos e a resposta 6, apesar de observar que as aulas são mais interativas, destaca a falta de tempo para planejar atividades desse tipo.

A abordagem STEAM não é classificado como metodologia por ser muito mais abrangente (BACICH; HOLANDA, 2020), porém usa as metodologias ativas da aprendizagem baseada em projetos e Educação *maker*, essas podem ser utilizadas como guia para promover as conexões entre as áreas STEAM. Nesse contexto, um dos desafios para implementar a STEAM, de acordo com Oliveira (2024), é a resistência dos professores para a utilização de novas metodologias e abordagens educacionais.

Durante os encontros e entrevistas, os professores trouxeram em vários momentos a questão do cumprimento da rotina escolar, o preenchimento de relatórios, diários, as

avaliações internas, os planejamentos de área, as cobranças quanto às avaliações externas como limitação para pôr em prática os projetos. Sobre isso, o professor B8 analisa:

B8: [...] O problema que eu vejo não é o professor no quadro e o aluno sentado, é no contexto da gestão, porque tem que aplicar prova, conferir acertos e erros, colocar nota, ver quem ficou de recuperação, disciplinar quem chegou mais cedo e quem chegou mais tarde, aplicar punição, tirar celular, ver se está de tênis, o tradicional está mais voltado para a rotina de fiscalização do que promoção de oportunidades e experiências do saber. Nesse sentido, atrapalha muito.

Para o professor, o ensino tradicional está muito enraizado na cultura escolar, pois colabora com o cumprimento da rotina, conferindo ao professor o papel de fiscalizador, aplicador de provas, mais do que um criador de oportunidades de construção de conhecimento. Nesse contexto, o docente precisa de apoio para desenvolver projetos com abordagens educacionais que possam promover as experiências de saber, como relatado pelo educador B8. Considerando a STEAM como uma abordagem que pode oferecer essa promoção, conforme Honey, Pearson e Schweingruber (2014), para que os professores consigam implementar a STEAM há uma necessidade de ajustar os ambientes de aprendizagem, dando apoio aos educadores para o desenvolvimento de projetos.

Temos os depoimentos de um professor de cada escola investigada, trazendo dois pontos diferentes, mas que dialogam com preocupação referente às demandas da rotina escolar. Esse foi um dos anseios observados com frequência nos dois locais de pesquisa:

A1: Como professora da sala de aula com 40 horas semanais, a gente só tem um dia para planejar e é tanta coisa, que às vezes, a gente termina o dia não conseguindo fazer nem a metade do que a gente tinha para fazer. Você não tem só uma série, você trabalha com dois, três anos diferentes, três planejamentos diferentes, três conteúdos diferentes. Quando você pega uma turma de um ano só, tipo só o nono ano, aí você faz uma coisa a mais, dá para elaborar mais porque você vai fazer um planejamento só e é ótimo.

B8: Tem dia que dá certo, tem os que gostam e tem os que não gostam (quanto aos projetos), mas no dia a dia está tudo meio que nos constringendo a ficar dentro da sala e fazer esse desenho mais convencional e reacionário até, porque nós temos que nos preparar para prova externa e temos que preparar para o mercado de trabalho e uma série de obrigações de outras instituições e a gente assume a causa e ir para esse modelo, mas quando a gente consegue escapar pelas brechas e tem uma relação mais assim de vivências de aprendizagem, a gente consegue redesenhar a turma e fazer um debate e realizar outras experiências. Porque é um conjunto de instituições nos cobrando determinado resultado e a gente tem que dar essas respostas.

Em vários momentos, durante os encontros formativos, os professores traziam reflexões e debates sobre como aplicar os projetos STEAM ou outros tipos de projetos que demandam algumas dificuldades. A professora A1 ressaltou que a carga horária de 40 horas

semanais e a quantidade de turmas para planejar aulas, em séries diferentes, é um dificultador para o desenvolvimento da abordagem STEAM. Além da aula, tem as frequências, as notas, as avaliações, os relatórios, as formações e mais uma infinidade de demandas que o professor deve atender. O docente B8 refletiu que a escola, como instituição, nos direciona para o cumprimento de metas relacionadas às avaliações externas, indo de encontro às experiências e vivências de aprendizagens não convencionais. O educador B3 complementa a discussão:

B3: É grande paradoxo do ensino atual, pelo lado acadêmico, pesquisador e educador, a gente tem uma certa noção de como deveria ser nossas aulas, a gente tem sonhos e imaginações, tem desejos de realizar muitas coisas com nossos alunos, mas que a instituição ela pesa nessa hora, pesa no sentido de você ter que cumprir sua carga horária, tem que cumprir o conteúdo programático, tem que cumprir o conteúdo do Enem, tem o SAEB, tem a olimpíada, a SPAECE, a diagnóstica (prova), ao mesmo tempo que você tem a necessidade como educador de fazer algo diferente, para a gente também é cansativo ficar só falando, os alunos dizem você fala demais, às vezes nem eu to aguentando mais minha voz, mas a gente se sente obrigado a ser dessa forma. Faz 2 anos que uso slides, mas eu tenho muitas ferramentas para suprir habilidades como desenho. Mostro e tento fazer associações com o dia a dia. A gente tem esse desejo, tenta inovar, eu falo que não aguento mais dar aula desse jeito, mas somos engolidos pelo sistema.

O professor B3 salienta que o lado pesquisador do docente busca inovações, afirma se sentir frustrado por não conseguir aplicá-las no dia a dia da escola. O docente salienta que o sistema cobra o ensino que não condiz com as novas abordagens estudadas. As opiniões dos professores estão alinhadas à visão de Sedlacek (2021), o autor salienta que os currículos brasileiros estão submetidos às avaliações externas, essas determinam o modelo de ensino. Sedlacek (2021) destaca, ainda, que as questões referentes à carga horária, a estrutura e a organização curricular dificultam a realização de projetos integradores, tornando-os menos frequentes.

No que se refere aos alunos algumas dificuldades foram apontadas:

B4: Tem muita falta de interesse do aluno, na disciplina de projetos a maioria recua, não presta atenção, dorme, como se não tivesse importância, porque não vale nota. Eles dão prioridade para disciplina que vale nota, para projeto eles não dão importância.

B3: Um outro agravante, como os meninos chegam para a gente, no contexto do Ensino Médio, temos que dar aula do Ensino Fundamental, pois os meninos não têm base.

B8: É claro que há vários contextos em que a conscientização deve ser feita, mas já há essa vontade de dar uma aula cujas vivências são autênticas, e a universidade fala disso, os educadores falam disso, mas não há condições objetivas para isso. Enquanto tiver uma sala com 50 alunos, dificilmente eu vou conseguir, quando eu tiver turmas com 20 alunos, salas disponíveis, uma escola com espaço verde, pode ser que aquela consciência simpática a essa atividade se concretize de forma objetiva.

B1: Tem que saber a questão do interesse, será que eles querem aprender?

Os excertos foram retirados do primeiro encontro, momento no qual refletimos sobre a introdução dos projetos na sala de aula. Os professores são de uma escola profissionalizante e já têm disciplinas destinadas a projetos. Com isso, o professor B4 relata que os alunos se mostram desinteressados, pois não têm nota nesta disciplina. O docente B3 mostra-se receoso quanto à aplicação de projetos muito elaborados, pois os alunos estão com aprendizagem defasada e chegam ao Ensino Médio sem saber o básico. B1 complementa que falta interesse dos alunos. E o educador B8 aponta as turmas numerosas como fator dificultante para desenvolver projetos de qualidade, ele afirma ser impossível a aplicação em turmas numerosas. Esses são fatores cuja resolução está fora do alcance do docente, todavia não podemos deixar de fora da realidade escolar. Desse modo, a simples vontade do educador de aplicar uma abordagem educacional inovadora pode não ser suficiente.

Todas as reflexões dos professores no que concerne ao fator aluno são válidas, concordamos ser inviável aplicar projetos em turmas de 50 alunos, contudo, podemos atenuar alguns problemas trazidos pelos professores. Na questão do interesse, para Honey, Pearson e Schweingruber (2014), uma das metas da STEAM é aumentar o interesse e engajamento dos alunos, para isso, a abordagem utiliza problemas do cotidiano dos estudantes. Conforme Dante (2022), problemas da realidade do aluno podem ser mais significativos e motivadores, além de envolver os discentes no objeto de estudo. Dante (2022) pesquisa a aprendizagem matemática, desse modo, o autor explica que podemos diminuir a defasagem matemática relatada pelo docente, se introduzirmos problemáticas contextualizadas e de interesse do estudante. Não há garantias de que todos os problemas serão resolvidos, mas podemos traçar estratégias para tentar minimizar alguns desses.

Outro tópico considerado pelos educadores para a não utilização dos projetos é a questão do material. Para eles faltam suprimentos básicos para desenvolver propostas que vão além das aulas expositivas. Quando questionados sobre as dificuldades, esse ponto foi citado em alguns momentos. Sobre isso:

B2: Sem condições de ter material, sem apoio institucional, por exemplo (por isso não desenvolve muitos projetos).

B2: Às vezes é complicado, pois falta estrutura, não tem internet ...

A4: Tem muita coisa que não sai do papel, quando chega para a gente, chega diferente e a gente tem que tirar do próprio bolso, para fazer do jeito que o sistema quer.

A3:[...] Até porque tem a busca do material, porque mesmo sendo material de baixo custo, tem que ser providenciado. Se for colocar na programação da escola, quando for comprar materiais, no início do ano, a inclusão desses materiais para já ter no

estoque da escola, para quando precisar já ter ele disponível, para o professor não ter essa preocupação de sair, ir atrás do material, comprar.

Os docentes precisam ter materiais disponíveis, sem isso, eles não podem executar projetos no geral, nem os projetos STEAM. O docente B2 destaca a falta de condições quando existe falta dos materiais, falta de estrutura, Internet e do apoio institucional. A professora A4 questiona que muitos projetos “não saem do papel” por falta de investimento, sendo necessário o professor custear o material para utilizar na sala de aula. A3 enfatiza que mesmo que o material seja de baixo custo, a utilização desse foi uma escolha da nossa formação, mesmo assim devem ser disponíveis em estoque. Em algumas atividades utilizamos materiais como folhas de ofício, palito de picolé, canudos, esses podem ter seu planejamento de compra no início do ano letivo. Sobre o material de baixo custo, o docente B1 complementa:

B1: A gente fez várias intervenções com material de baixo custo, nesse ponto a gente não ia ter tanta dificuldade, pois íamos repetir isso, ia reproduzir as aplicações que a gente já estava fazendo. Não é que seja tão caro esses objetos, mas por exemplo uma escola que tem muitas turmas ia ter que ter vários kits de robótica, para poder dar as aulas em todas as turmas.

O docente B1 reflete no que concerne ao material de baixo custo, seria fácil a aquisição, porém projetos STEAM que fossem usar a robótica educacional seriam necessários kits de robótica para toda a turma, que na maioria das vezes são numerosas. Conforme os professores, mesmo com a utilização de material acessível, para alguns seria difícil a aquisição nas escolas públicas, para outros docentes o caso seria agravado se o projeto fosse estendido à inclusão da robótica educacional. Com isso, nos deparamos com duas dificuldades, primeiro que poucos professores trabalham com a robótica educacional. Nas duas escolas investigadas, apenas 2 professores haviam trabalhado de forma esporádica, a segunda dificuldade é a falta de material adequado e suficiente.

Sobre esse viés, Maia, Carvalho e Appelt (2021) abordam que a STEAM é mais do que a tecnologia adotada, é sobre o processo de investigação e criatividade para a solução de problemas. Os autores destacaram projetos que trabalhavam com o descarte de lixo eletrônico para utilização na robótica. Os docentes da escola profissional afirmaram já terem feito práticas desse modo, não é o ideal, mas seria uma solução. De todo modo, os professores precisam de boa estrutura, de formação e materiais adequados para poderem planejar, elaborar, desenvolver e implementar projetos no contexto STEAM.

Nas discussões sobre desenvolver o letramento em projetos STEAM o professor reforça o problema estrutural, para ele “[...] deveria ter mais opções, mais laboratórios

equipados, aqui tem o laboratório antigo, tem muito problema também estrutural, a inviabilidade não é só nessa escola, eu acho que é o que atrapalha demais [...]” (Informação Verbal B1). Nesse contexto, Adeoye (2023) aponta a falta de apoio escolar, falta de infraestrutura para o uso de ferramentas digitais como obstáculos e por isso a utilização limitada no desenvolvimento de competências para o ensino STEAM.

Durante as entrevistas, os professores foram perguntados diretamente sobre quais dificuldades para a utilização de um projeto STEAM. Assim como nas entrevistas, nos encontros os docentes destacaram a necessidade de existir um planejamento interdisciplinar, com professores de várias disciplinas em torno de uma temática. Mas a rotina escolar, a falta de tempo e a demanda de deveres a serem cumpridos pelos educadores não permitem esse tipo de planejamento, que demanda também muito tempo. O professor B6 analisa como deveria ser as aulas STEAM:

B6: O desafio para colocar em prática é a questão dos horários. Pois, às vezes, você tem um professor e vai integrar com outra disciplina, a gente está em outra sala e às vezes a turma é diferente. Temos que programar um professor com o outro para poder trabalhar simultaneamente. Quando entram os dois professores ao mesmo tempo, na sala, a gente percebe que eles conseguem entender o que a gente está querendo passar. Porque eu, como da Matemática, para trabalhar a Matemática e a Engenharia, a Matemática e o Inglês. Para eles, é um pouco assim estranho. Eles conseguem entender muito rápido, a ideia de que a gente está querendo passar é quando você consegue integrar as disciplinas mais com dois professores simultaneamente.

O docente B6 cita experiências exitosas com a junção de professores de áreas diferentes, para ele facilita tanto na compreensão do conteúdo, assim como a integração desse, além de melhor administrar o tamanho das turmas. Para isso ocorrer, o professor cita que deve fazer acordos e trocas para combinar os horários, tanto no planejamento como na prática da sala. Segundo o educador, o horário “engessado” dificulta esses momentos. Além disso, ele reflete que é difícil trabalhar interdisciplinarmente sozinho. Holanda (2020) corrobora com a visão do professor B6. Para o autor, a formação de grupo de estudos e planejamentos colaborativos servem de insumo para construir habilidades do docente no que se refere ao ensino por competências.

Sobre planejar projetos STEAM, A3 afirma que deveria ter um maior cuidado e mais tempo com o planejamento. Sobre isso, a docente pondera: “[...] meu planejamento teria que, no início, como não é algo do dia a dia, seria algo novo, e por isso o planejamento talvez levasse um pouco mais de tempo”. Sobre o excerto, a professora analisa que, como não é uma prática usual, sendo uma abordagem nova, levaria um pouco mais de tempo nesse quesito.

Adeoye (2023) enfatiza que o tempo limitado do professor é um fator desafiante que afeta a utilização, principalmente no que tange às competências digitais, essas são fundamentais para uma prática STEAM.

Os professores, principalmente da escola de Ensino Médio, salientaram as dificuldades no que concerne à realidade dos alunos de comunidades de baixa renda, muitos são os problemas da vida pessoal do aluno que o professor também tem que administrar na escola, juntamente com o contexto de cobrança do sistema, a falta de infraestrutura, tudo isso forma um conjunto de impedimentos para que projetos inovadores não sejam realizados. Mesmo assim, os professores investigados mostraram-se receptivos aos projetos STEAM e ao ensino contextualizado, o educador B9 usou o termo “ensino humanizado” para que se possa levar em consideração toda a vivência do aluno. Os docentes mostraram experiências que eles identificaram como sendo STEAM, antes mesmo de saber o conceito, além de outros projetos integradores. Desse modo, vale ressaltar que, muito mais do que a formação docente, para a implementação de novas abordagens educacionais, deve-se aprimorar todo o sistema educativo, além do apoio efetivo de todos os agentes da Educação.

A seguir, apresentam-se as considerações finais da presente pesquisa.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O século XXI impõe mudanças em diversos setores da sociedade moderna. O mundo globalizado, digital e competitivo exige transformações na vida das pessoas, e essas devem ser contempladas também no ambiente escolar. Documentos que guiam a Educação no Brasil e no mundo estimulam o ensino e a aprendizagem por competências, apesar de existirem críticas a esse tipo de ensino.

Conforme a Educação que desenvolve habilidades e competências, surge como tendência em vários países do mundo a abordagem STEAM, que promove uma integração, multidisciplinar, interdisciplinar ou transdisciplinar, das áreas de conhecimento (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) por intermédio de projetos que tenham problemáticas contextualizadas. Desse modo, os alunos podem resolver problemas utilizando a experimentação, a pesquisa, assim como proporcionar o desenvolvimento de competências digitais com o uso da tecnologia.

Nesse viés, de experimentação, utilização da tecnologia para resolução de problemas em contextos reais, a abordagem STEAM dialoga com a prática dos letramentos, que na concepção de Soares (2009) explora o conhecimento para responder às demandas sociais. Desse modo, em consonância com as áreas de conhecimento dessa abordagem e com os conceitos da autora, podemos explorar na abordagem STEAM, habilidades e competências para os letramentos, destacam-se nesta dissertação: o científico, o digital e o matemático.

Apesar da STEAM ser uma abordagem educacional utilizada em vários países, no Brasil ainda é pouco utilizada, com isso surge a necessidade de formar professores que estejam alinhados às abordagens de ensino modernas, inovadoras e que são amplamente difundidos em países com bons índices de Educação. Aliados ao fato dos baixos índices em Matemática (SPAECE, SAEB, PISA), baixos índices em Ciências (PISA), juntamente com a necessidade de criar ambientes de aprendizagem tecnológicos, devido às rápidas mudanças no âmbito digital, com isso forma-se a problemática presente nesta dissertação.

Isto posto, a presente dissertação investigou, a partir das concepções dos professores da Educação Básica, as contribuições e desafios evidenciados a partir de atividades STEAM proporcionadas por encontros formativos, observados pela perspectiva dos letramentos relacionados às áreas de conhecimento dessa abordagem. Com isso, consideramos os resultados obtidos por intermédio dos instrumentos de coleta de dados, orientados pela seguinte questão: qual a percepção de professores da educação básica acerca das

contribuições e desafios da abordagem STEAM pela ótica dos letramentos durante um processo formativo?

A formação continuada de professores é importante para que o docente seja um mediador capaz de guiar o aluno na aprendizagem pautada pelo desenvolvimento de competências, de modo que o aluno se transforme em protagonista do processo de ensino e aprendizagem. Além disso, o educador pode apropriar-se de abordagens educacionais que se adequam à realidade da sociedade, que reflita uma aprendizagem significativa, contextualizada e integrada a uma visão global de conhecimento.

Nesse sentido, buscamos, com o primeiro objetivo específico, identificar o que os professores entendem sobre as conexões entre as áreas de conhecimento da abordagem STEAM, durante o processo formativo, e como estas podem contribuir para o ensino e aprendizagem de estudantes da Educação Básica. Para compreensão e identificação dessas conexões, foram oferecidos encontros formativos para discussões e reflexões durante a utilização de atividades práticas usando a integração das áreas.

O caráter integrador da abordagem STEAM proporcionou debates sobre a interdisciplinaridade, a temática sempre presente no meio educacional, também foi amplamente discutida durante os encontros. Proporcionar discussões acerca de um tema central, estimulando as conexões STEAM, mostrou-se eficaz para trazer contextos relevantes e discussões sobre problemáticas atuais, além de propiciar a integração das áreas e o estímulo da criatividade no planejamento de atividades.

Visto a complexidade das discussões sobre os tipos de integrações entre áreas, não podemos determinar se essa integração STEAM será multidisciplinar, interdisciplinar ou transdisciplinar, contudo, trouxemos discussões e traçamos paralelos para tentar aproximar as reflexões dos professores sobre as atividades com os conceitos propostos pelos autores (FAZENDA, 1991, 2008; MORIN, 2005; BACICH; HOLANDA, 2020). Ao observar as perspectivas dos professores sobre as integrações, percebe-se que os educadores acreditam ser relevante a presença de atividades interdisciplinares, no entanto, propõe a junção de disciplinas não incorporando as características de uma atividade interdisciplinar. Os educadores também já internalizaram suas práticas conforme a rotina organizacional da escola.

Vale ressaltar que, os docentes construíram em conjunto e, desse modo, puderam explorar as inter-relações entre as áreas STEAM, propondo questões norteadoras, problemáticas, conhecimentos e proposição de estratégias que enriqueceram as atividades propostas. As reflexões docentes pontuaram que conteúdos isolados não dão conta do ensino

que visa à totalidade. Com isso, existe a possibilidade de relacionar os conhecimentos para a construção de novos aprendizados. Em um único encontro referente a um módulo, era possível ver as interlocuções entre as áreas, esse foi um exercício constante.

O currículo com a premissa STEAM favorece essa interlocução de conhecimentos e tem como meta um ensino transdisciplinar. Nele, o ensino não é fragmentado e não existem as barreiras disciplinares, propiciando uma Educação Holística, ou seja, uma Educação completa em todas as dimensões. Essa Educação é vista quase como uma utopia, todavia o caminho que percorremos em direção a ela é uma aprendizagem tanto para docentes como para discentes.

Os encontros foram eficazes em mostrar que a colaboração entre as áreas é muito eficiente para construção de atividades enriquecedoras e integradas, cada professor, de cada área, traz um olhar particular e quando postos em conjunto forma uma prática pedagógica que possivelmente não poderia ser construída de forma isolada. Um professor sozinho pode fazer uma atividade interdisciplinar ou transdisciplinar, porém, a cooperação entre as áreas é essencial para uma atividade que possa complementar as lacunas do ensino disciplinar.

Regularmente na escola, os projetos ficam no primeiro nível de integração, a multidisciplinaridade. Além disso, não podemos inferir que, ao juntarmos duas ou mais disciplinas, comprovamos a existência da interdisciplinaridade, ou do maior nível de interação que é a transdisciplinaridade. Contudo, a proposta STEAM tem em sua premissa um ensino que tenha significado, contexto, tenha um problema real, um diálogo entre as áreas que permite nos aproximar dos maiores níveis de integração.

Durante o estudo, a pesquisadora teve a oportunidade de imergir no universo da elaboração e prática de atividades contextualizadas e integradas. Essa experiência permitiu que fossem observadas de perto as potencialidades da abordagem STEAM. É notável como essa imersão proporcionou uma compreensão mais concreta das interações entre os elementos de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática, além dessas com as práticas sociais.

As discussões sobre a aplicação dos conteúdos às práticas sociais, tem como intuito responder ao segundo objetivo específico, analisar, durante a formação de professores, as habilidades e competências dos letramentos científico, digital e matemático a partir de atividades utilizando a abordagem STEAM, visto que, as práticas dos letramentos estão alinhadas ao uso dos conhecimentos no contexto social. Durante o percurso da pesquisa, nos deparamos com algumas interseções entre as habilidades e competências para o letramento e os pressupostos da STEAM, estes foram os destacados nas análises dos resultados. A STEAM favorece a experimentação, a resolução de problemas e o uso de ferramentas digitais,

componentes que também fazem parte dos letramentos relacionados às áreas dessa abordagem educacional.

Dada a extensão do assunto, pontuamos alguns elementos dos letramentos, os que estão mais relacionados à STEAM e, por consequência, os que mais apareceram nos achados da pesquisa. Esse objetivo específico dividiu-se em três subseções, referentes ao letramento científico, letramento digital e letramento matemático.

Visto o desenvolvimento de atividades práticas durante os encontros formativos, pudemos vivenciar a experimentação, momento de aprendizado tanto para o processo de pesquisa e planejamento da atividade que visava proporcionar essa intencionalidade, assim como o processo do experimento. Por intermédio dessa prática, os docentes investigados aguçaram a curiosidade para as descobertas, a criação de hipóteses e conjecturas para relacionar e construir um conhecimento a partir da atividade proposta. Foram observados engajamento e motivação para a realização das atividades.

Juntamente à experimentação, está a habilidade investigativa, pois, no momento da realização do experimento há a necessidade de pesquisa e busca da melhor maneira de realizar a experiência. Do mesmo modo, a partir da investigação, pode-se estimular o entendimento de fenômenos que ficam muitas vezes difíceis de ocorrer a abstração para a aprendizagem em uma aula expositiva.

As habilidades e competências supracitadas fazem parte do letramento científico, uma vez que a Ciência é uma parte importante da STEAM e propõe atividades significativas que potencializam o interesse do aluno a partir de uma problematização. Faz sentido explorá-las nas práticas STEAM. Os resultados mostraram que os docentes ficaram empolgados em realizar as testagens, fazer questionamentos, reflexões, aplicações práticas e resolver os problemas propostos.

Vale ressaltar que, todos os experimentos propostos durante os encontros formativos utilizaram materiais de baixo custo, além da proposta de pequenos projetos viáveis e que possam ser executados no horário regular. Contudo, a depender do planejamento, tempo e criatividade do docente, existe a possibilidade de deixá-los maiores e mais completos.

Todas as atividades visavam mobilizar conhecimentos disciplinares, integrações e competências. A resposta dos professores foi positiva nesse sentido, além deles apresentarem o interesse em reproduzir os experimentos com seus alunos. À primeira vista, os professores informaram ter desânimo em mais uma formação, e ao final eles ficaram estimulados principalmente pela viabilidade das atividades. Uma docente relatou que, apesar do cansaço ao fim do dia de trabalho, as atividades traziam empolgação.

Ainda sobre o segundo objetivo específico, exploramos habilidades e competências para o letramento digital que estão condizentes com a proposta dessa abordagem educacional. Promover a cultura digital no ambiente escolar é um tema importante para o mundo tecnológico em que estamos inseridos. A sociedade moderna está em constante transformação, principalmente no aspecto da Tecnologia da Informação e Comunicação, de modo que, não podemos mais retroceder e viver sem os novos aparatos tecnológicos.

Promover a formação docente para o uso de ferramentas digitais, além de estimular discussões sobre seu uso em sala de aula de forma crítica, é uma demanda importante no contexto escolar. Os docentes já observam no dia a dia as dificuldades dos alunos em utilizar as ferramentas digitais, entre as indicadas pelos professores estão: realizar inscrições *on-line*, ter domínio de equipamentos digitais, enviar e-mails, utilizar PDF, enviar currículos, entre outras.

Todas as tarefas elencadas pelos professores, são rotineiras do cotidiano fora da escola. Uma das práticas do letramento é aplicar o conhecimento para ser um cidadão que atende às demandas sociais. No momento em que o nosso aluno não atende essa demanda no campo digital, a escola deve agir para auxiliar, visto o caráter social da escola, além de atender à proposta da BNCC no que concerne às competências digitais.

O uso indevido do celular, o uso ético e crítico das ferramentas digitais são discussões que devem permear o ambiente escolar. O docente trouxe reflexões sobre o uso do *Chat GPT*, enfatizando que os alunos usam nos trabalhos escolares, além da Internet, porém, o aluno precisa de um auxílio para desenvolver a criticidade para usar essas ferramentas. O docente enfatizou que o *Chat GPT* pode trazer informações e fontes erradas. O educador ainda observou que, mesmo com acesso à Internet, os alunos trazem respostas erradas.

Desse modo, além da necessidade de formação para uso das ferramentas digitais pelo docente devemos incentivar e orientar o uso dessas por nossos alunos, pois, dependendo da comunidade escolar que o discente está inserido, o único acesso ao computador que ele pode ter antes de entrar no mercado de trabalho é na escola.

O caráter integrativo da STEAM foi eficaz para que, em todos os encontros formativos, os professores trouxessem reflexões sobre o uso da tecnologia. No encontro referente a este tópico, observou-se a introdução às noções dos pilares do pensamento computacional, a abstração, o reconhecimento de algoritmos e padrões, além da decomposição de problemas, visto como importante para a instrumentalização do uso na computação e na mobilização de habilidades e competências, sem precisar de uma estrutura complexa para reproduzi-la.

Apresentar a linguagem de programação em blocos, o *Scratch*, proporcionou que professores sem nenhuma habilidade em programação realizassem uma atividade que incorporava estratégias que estimulam o raciocínio, a resolução de problemas, o pensamento computacional e a criatividade. A linguagem em blocos e sem a utilização dos códigos, deixou a programação de modo intuitivo, sem deixar de explorar as habilidades requeridas. Os docentes demonstraram engajamento, motivação e interesse em resolver um problema, o qual classificaram como desafiador. Essa interlocução proposta nas práticas está conforme a proposta STEAM, apesar da limitação de tempo e estrutura, obteve-se uma resposta positiva.

Constata-se novamente o caráter integrador da STEAM, pois com as atividades apresentadas podemos trabalhar habilidades e competências do último letramento proposto por nossa investigação, o letramento matemático, entre elas a resolução de problemas, o raciocínio e argumentação. Tivemos um encontro específico para discutir a Matemática, porém a disciplina foi o tema de debate em todos os encontros.

Obter o letramento matemático, na visão dos docentes, a princípio é desafiador, visto a baixa proficiência dos alunos para elementos básicos da Matemática. Os professores dessa área demonstraram preocupação sobre a defasagem escolar. Segundo os docentes, os alunos chegam ao Ensino Médio sem saber o básico, desse modo, dificulta compreender e interpretar a Matemática no cotidiano dentro e fora da escola.

Contudo, apesar das dificuldades apresentadas, as práticas utilizadas foram responsáveis por trazer luz a algumas reflexões sobre componentes para as práticas do letramento matemático. O raciocínio e a argumentação mostraram-se evidentes não somente durante o módulo de Matemática, todavia durante nesse módulo, os professores discutiram sobre como utilizar os conhecimentos matemáticos para raciocinar, argumentar e resolver problemas.

Os docentes foram eficazes em reconhecer os processos matemáticos no nosso cotidiano, além de verificar a presença desses em conteúdo da Ciência, Tecnologia, Engenharia e Artes. Para os educadores, a disciplina está fortemente presente em diversas áreas disciplinares, principalmente nas Ciências da Natureza. A cobrança pelos índices nas avaliações externas também foi considerada um fator limitante para explorar melhor as habilidades e competências dessa área.

Por outro lado, além dos limitadores, os professores verificaram a presença do raciocínio, argumentação e a resolução de problemas em mais de uma atividade prática da abordagem STEAM, durante os encontros formativos. Mobilizar conhecimentos que sejam relevantes para a vida escolar e social do aluno é uma prática tanto do letramento quanto da

STEAM, além de ser uma ferramenta que auxilia na aprendizagem matemática. Os professores constataram que atividades simples, como da construção de uma casinha, do avião de papel e a atividade desplugada, ou mais complexas, como a atividade no *Scratch* são eficazes para desenvolver a habilidade de raciocinar. Dependendo do planejamento e intencionalidade da atividade, podemos direcionar essa habilidade para raciocinar matematicamente e assim resolver problemas, de preferência do cotidiano do aluno.

O processo de reflexão sobre como as atividades práticas podem favorecer o entendimento da Matemática para atender às necessidades da vida dos alunos foi um dos achados durante o processo formativo. Para que o docente possa guiar o aluno durante o percurso para se tornar um cidadão consciente e crítico, capaz de tomar decisões na sociedade, faz-se necessária a formação continuada para apontar abordagens educacionais que desenvolvam a prática docente neste sentido.

Por fim, visto a realidade das escolas estaduais e municipais, não é tarefa fácil planejar, elaborar e executar projetos integrados na perspectiva da abordagem STEAM. Para os docentes, desenvolver projetos simples demanda muitos desafios a serem superados. Diante disso, tem-se o terceiro e último objetivo específico, verificar as reflexões dos professores sobre os desafios para a utilização de atividades integradas STEAM. Usou-se a terminologia “atividades”, visto que as práticas utilizadas foram de forma simples e introdutória, e por entender projetos como maiores e mais elaborados, contudo vamos verificar as reflexões dos professores para atividades e projetos integrados (multidisciplinares, interdisciplinares ou transdisciplinares).

Os professores a cada encontro elencaram dificuldades que os impedem de ter aulas além do contexto conteudista e expositivo. Os educadores destacaram a presença de um currículo engessado que não permite aulas, que eles chamaram de fora do convencional. Além disso, os docentes afirmaram ter uma carga horária extensa, uma turma numerosa que impossibilita a aplicação de projetos.

Outra crítica recorrente é a cobrança para os conteúdos das avaliações externas, com isso, tudo que não é cobrado na prova fica fora do planejamento. A rotina escolar com muitas demandas acaba impedindo o professor de planejar projetos com foco nas integrações e inseridos em problemáticas reais de forma colaborativa, pois, para os docentes esse planejamento exige um tempo, no qual fica exclusivo para o cumprimento das burocracias da sala de aula.

Ademais, problemas estruturais das escolas também foram expostos. Para os educadores, falta material dos mais simples, falta Internet, faltam laboratórios equipados,

entre outros. Os professores também falaram das dificuldades pedagógicas, como alunos com defasagem escolar, desmotivados, além de problemas que vão além do contexto escolar, advindos das comunidades nas quais os alunos estão inseridos.

Retomando a questão de pesquisa e o objetivo geral, que em suma se referem às contribuições e desafios da abordagem STEAM, observados sob a ótica dos letramentos e pela percepção dos docentes, cabe ressaltar que o objetivo pretendido foi alcançado e a questão foi respondida, visto que os docentes verificaram contribuições que vão além do que podemos descrever nesta dissertação.

A integração disciplinar (multidisciplinar, interdisciplinar ou transdisciplinar) foi vista como uma contribuição nos processos de ensino de aprendizagem, além do desenvolvimento de habilidades e competências dos letramentos destacados nesse estudo. Integrar atividades com as áreas STEAM e com o contexto do estudante pode colaborar na preparação dele para o futuro e para as competências do século XXI, contudo, os professores esbarram em desafios como a falta de formação inicial e continuada para abordagens educacionais inovadoras, além disso, colocar atividades STEAM em prática requer superar desafios de falta de recurso e estrutura já mencionados.

Os docentes observaram a importância da utilização de projetos integrados, pontuando que quando possível, apesar das muitas dificuldades, sempre buscam inseri-los nas suas práticas pedagógicas. Os Educadores mostraram-se motivados durante as atividades e para a reprodução dessas, enfatizando que as conexões propostas pela abordagem STEAM podem fornecer conhecimentos que não poderiam ser observados com conteúdo isolado, sendo uma forma de romper com ensino tradicional e colocar o aluno no papel de protagonista, pesquisador e construtor do seu conhecimento.

A proposta das atividades viáveis de serem aplicadas e o material de fácil acesso foram pontos positivos destacados pelos professores para a reprodução. As conexões encontradas entre as áreas e a maneira como os professores construíram um diálogo como forma de integração são uma contribuição para a prática pedagógica, para a pesquisa, assim como se espera que seja uma contribuição no momento da aplicação em sala de aula.

Os docentes salientaram que falta o letramento do aluno em várias esferas, tanto no âmbito digital, no científico, quanto no matemático, reconhecendo também que a integração STEAM pode contribuir para mobilizar algumas habilidades e competências desses letramentos. Verificou-se que, quando o aluno vai resolver o problema, ele vai investigar, assim como para realizar a experimentação, ele precisa raciocinar. De certo modo, está tudo conectado, e o uso das ferramentas digitais são necessárias em vários momentos desse

processo. Além disso, outras habilidades e competências foram mobilizadas e verificadas pelos docentes durante o processo formativo, porém delimitamos essas pelos objetivos.

Cabe salientar que o planejamento, a criatividade, a intencionalidade do professor são fundamentais para a utilização de uma atividade que mobilize conhecimentos e competências. Isto posto, a abordagem STEAM pode ser um criador de oportunidades para construir conhecimentos com sua inter-relação entre as áreas. Incluir a problemática do aluno foi visto como ponto significativo e motivador de aprendizagem, para que os discentes possam ser envolvidos no processo e potencializar seu interesse.

O grupo de professores investigados eram questionadores, experientes e sempre buscavam aprofundar as discussões e reflexões para além da pesquisa, o que enriqueceu o percurso da aplicação da dissertação. Apesar da lista extensa de desafios, apontando a criticidade dos docentes, o resultado do processo formativo foi enriquecedor e trouxe *feedbacks* positivos. Os professores refletem que, se tivessem um maior apoio da gestão e da secretaria de Educação, seriam mais motivados ao desenvolvimento de projetos interdisciplinares, ou até transdisciplinares com a abordagem STEAM. Contudo, para isso, é necessário ajustar os ambientes de aprendizagem de maneira que seja ultrapassada a barreira conteudista da sala de aula.

Como limitações da dissertação, destaca-se a escassez de literatura brasileira para ancorar o referencial teórico, visto o estado da questão. A abordagem STEAM possui lacunas de pesquisas educacionais para exploração dessa abordagem, em trabalhos teóricos e principalmente empíricos. Além de apresentar escassez de trabalhos da STEAM que integram as metodologias ativas e as práticas do letramento. Sobre a realização da pesquisa, pontua-se como limitações, alguns problemas estruturais que inviabilizaram o acontecimento de encontros e a rotina dinâmica dos docentes participantes, que por vezes estavam em outras formações ou projetos, em sala de aula, inviabilizando a participação parcial ou total em alguns módulos. Além disso, não houve uma sequência ininterrupta de encontros devido às circunstâncias de cada escola, como reuniões, avaliações e até mesmo falta de energia.

Os resultados do estudo contribuem para um campo de pesquisa recente e promissor no ambiente educacional sobre a abordagem STEAM, além da investigação da relação dessa abordagem com as práticas do letramento. Para estudos futuros, pretende-se aprofundar as competências e habilidades de cada letramento, as competências do século XXI por intermédio de projetos STEAM, além disso, verificar essas aplicações e suas implicações na sala de aula.

REFERÊNCIAS

- Academia Brasileira de Ciências (**ABC**), 2014. Disponível em: [https://www.abc.org.br/2014/08/26/instituto-abramundo-lanca-o-indicador-de-letramento-cientifico-ilc/#:~:text=O%20Indicador%20de%20Letramento%20Cient%C3%ADfico%20Abramundo%20\(ILC\)%20%C3%A9%20uma%20iniciativa,Inaf%20%E2%80%93%20Indicador%20de%20Alfabetismo%20Funcional_](https://www.abc.org.br/2014/08/26/instituto-abramundo-lanca-o-indicador-de-letramento-cientifico-ilc/#:~:text=O%20Indicador%20de%20Letramento%20Cient%C3%ADfico%20Abramundo%20(ILC)%20%C3%A9%20uma%20iniciativa,Inaf%20%E2%80%93%20Indicador%20de%20Alfabetismo%20Funcional_). Acesso em: 12 out. 2022.
- ADEOYE, Moses Adeleke. Gender Differences in Teachers' Digital Literacy Skills in Teaching STEAM. **Journal of Education Technology**, v. 7, n. 3, 2023. Disponível em: <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JET/article/view/66847>. Acesso em: 09 jan. 2024.
- AGUIAR, Marcia Juliana Dias; FISCHER, Adriana. A pedagogia dos multiletramentos: uma proposta para a formação continuada de professores. **Revista Leia Escola**, v. 12, n. 2, p. 106-130, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/335717834_A_PEDAGOGIA_DOS_MULTILETRAMENTOS_UMA_PROPOSTA_PARA_A_FORMACAO_CONTINUADA_DE_PROFESSORES. Acesso em: 02 fev. 2024.
- ALMEIDA, Iara Carnevale; NASCIMENTO, Erinaldo; BITTENCOURT, João Paulo; LAZARETTI, Maria Gabriela; DELFINO, Maryangela Sanchez. Educação tecnológica no ensino fundamental, anos finais, uma pesquisa-ação participativa. **REVISTA INTERSABERES**, v. 16, n. 39, p. 1260-1279, 2021. Disponível em: <https://www.revistasuninter.com/intersaberes/index.php/revista/article/view/2170>. Acesso em: 10 de ago. 2022.
- ANASTÁCIO, Paulo Roberto. PRODUÇÃO TÉCNICA EDUCACIONAL: **CADERNO DE ATIVIDADES PARA O ENSINO DE PROGRAMAÇÃO UTILIZANDO O SCRATCH**. Paraná, 2020. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/573206/2/Caderno%20Atividades%20SCRATCH.pdf>. Acesso em: 10 de out. 2023.
- ANDRADE, Júlia; SARTORI, Juliana. Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora”, que aborda o tema “O Professor Autor e Experiências Significativas na Educação do Século XXI: Estratégias Ativas Baseadas na Metodologia de Contextualização da Aprendizagem. In: BACICH, Lilian; MORAN, José (Orgs.). **Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: Uma Abordagem Teórico-Prática**. Porto Alegre: Penso, 2018. Capítulo 9. p. 1-15. ISBN 978-85-8429-116-8.
- APPELT, Veridiana Kelin; MAIA, Dennys Leite. Abordagem STEAM no desenvolvimento de letramento estatístico: uma revisão de literatura. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 10, p. e501111032783-e501111032783, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/32783>. Acesso em: 01 jan. 2023.
- ARRUDA, Fernando Souza; FERREIRA, Robson Santos; LACERDA, Alan Gonçalves. LETRAMENTO MATEMÁTICO: um olhar a partir das competências matemáticas propostas na Base Nacional Comum Curricular do Ensino Fundamental. **Ensino da Matemática em Debate**, v. 7, n. 2, p. 181-207, 2020.

AUGUSTO, Thaís Gimenez da Silva; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade; CALUZI, João José; NARDI, Roberto. Interdisciplinaridade: concepções de professores da área ciências da natureza em formação em serviço. **Ciência & Educação**, 2004.277-290. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/k4tGvBc6G83p7qDJ9tcP4LL/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 01 abr. 2024.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 1977, p. 229.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo** / Título original: L'analyse de contenu Laurence Bardin; tradução, Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016. p. 279.

BACICH, Lilian; HOLANDA, Leandro. **STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica**. Penso Editora, 2020.

BELLO, Alessandro; ESTÉBANEZ, Maria Elina. **Uma Equação Desequilibrada: Aumentar a Participação das Mulheres na STEM na LAC**. Montevideu: UNESCO. 2022. Disponível em: <https://www.britishcouncil.org.br/sites/default/files/policypapers-cilac-gender-pt.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2024.

BLANCO, Rodrigo Morozetti. **M de Matemática**. In: BACICH, L. e HOLANDA, L. STEAM em Sala de Aula: A Aprendizagem Baseada em Projetos Integrando Conhecimentos na Educação Básica (Desafios da Educação). Org. Lilian Bacich, Leandro Holanda– Porto Alegre: Penso, 2020.

BOGDAN, Robert.; BIKLEN, Sarin. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto, 1991, p. 336. Disponível em: <http://177.20.147.23:8080/handle/123456789/1119>. Acesso em: 10 out. 2022.

BONNEY, Kevin M. Fake news with real consequences: The effect of cultural identity on the perception of science. **The American Biology Teacher**, v. 80, n. 9, p. 686-688, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/329214485_Fake_News_with_Real_Consequences_The_Effect_of_Cultural_Identity_on_the_Perception_of_Science. Acesso em: 20 de jan. de 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL. FNDE. **Edital de Convocação 03/2019 – CGPLI**. Edital de Convocação para processo de Inscrição e avaliação de obras didáticas, literárias e recursos digitais para o programa nacional do livro e do material didático, PNLD 2021, 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação no contexto escolar: possibilidades. **Base Nacional Comum Curricular**, 2022. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/implementacao/praticas/caderno-de-praticas/aprofundamentos/193-tecnologias-digitais-da-informacao-e-comunicacao-no-contexto-escolar-possibilidades?highlight=WyJocSJd>. Acesso em: 18 out. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Complemento à Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2022. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/fevereiro-2022-pdf/236791-anexo-ao-parecer-cneceb-n-2-2022-bncc-computacao/file>. Acesso em: 13 dez. 2023.

BRADY, Justin. STEM is incredibly valuable, but if we want the best innovators we must teach the arts. **The Washington Post**, 5 Sept. 2014. Disponível em: <https://www.washingtonpost.com/news/innovations/innovations/wp/2014/09/05/stem-is-incredibly-valuable-but-if-we-want-the-best-innovators-we-must-teach-the-arts/>. Acesso em: 06 set 2022.

BREINER, Jonathan M.; HARKNESS, Shelly Sheats; JOHNSON, Carla C.; KOEHLER, Catherine M. . **What is STEM?:** a discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, v. 112, n. 1, p. 3–11, 2012. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=EJ957606>. Acesso em: 10 out. 2022.

BUDNYK, Olena. **Theoretical principles of using STEAM-technologies in the preparation of the teacher of the New Ukrainian school**. 2018. Disponível em: <http://lib.pnu.edu.ua:8080/handle/123456789/1433>. Acesso em: 14 jan. 2024.

BUZATO, Marcelo El Khouri. **Letramentos digitais e formação de professores**. São Paulo: Portal Educarede. 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/242229367_Letramentos_Digitais_e_Formacao_de_Professores. Acesso em: 10 out. 2022.

CANÇADO, Tânia Mara Lopes. Projeto Cariúnas – uma proposta de educação musical numa abordagem holística da educação. **REVISTA DA ABEM**, [S. l.], v. 14, n. 14, 2014. Disponível em: <https://revistaabem.abem.mus.br/revistaabem/article/view/308>. Acesso em: 10 mar. 2024.

CANDAU, Vera Maria. **Diferenças Culturais, Interculturalidade e Educação em Direitos Humanos**. *Educ. Soc.*, Campinas, v. 33, n. 118, p. 235-250, jan.-mar. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/es/v33n118/v33n118a15.pdf> Acesso em: 02 fev. 2024.

CARLOS, Jairo Gonçalves. **Interdisciplinaridade:** o que é isso. *Interdisciplinaridade no Ensino Médio: desafios e potencialidades*. PUC SP, 2007. Disponível em: <https://www.pucsp.br/prosaude/downloads/territorio/o-que-e-interdisciplinaridade.pdf>. Acesso em: 10 de jan. 2024.

CASTRO, Juscileide Braga de. **Construção do conceito de covariação por estudantes do ensino fundamental em ambientes de múltiplas representações com suporte das tecnologias digitais**. 2016. 275f. – Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-graduação em Educação Brasileira, Fortaleza, 2016.

CASTRO FILHO, José Aires; FREIRE, Raquel Santiago; MAIA, Dennys Leite. Estudo de Caso como método de pesquisa em Informática na Educação. In: PIMENTEL, Mariano; SANTOS, Edméa. (Org.) **Metodologia de pesquisa científica em Informática na Educação:** abordagem qualitativa. Porto Alegre: SBC, 2021. (Série Metodologia de Pesquisa em Informática na Educação, v. 3) Disponível em: <<https://metodologia.ceie-br.org/livro-3/>>. Acesso em: 21 out. 2022.

CAZDEN, Courtney; COPE, Bill; FAIRCLOUGH, Norman; GEE, James; KALANTZIS, Mary; KRESS, Gunther; LUKE, Allan; LUKE, Carmen; MICHAELS, Sarah; NAKATA, Martin. **Uma pedagogia dos multiletramentos. Desenhando futuros sociais**. (Orgs. Ana

Elisa Ribeiro e Hércules Tolêdo Corrêa; Trad. Adriana Alves Pinto *et al.*). Belo Horizonte: LED, 2021.

CEARÁ, **Governo do Estado do Ceará**. EEFM Dom Hélder Câmara é campeã estadual do 1º Prêmio de Educação Empreendedora. Fortaleza, 2019. Disponível em: <https://ww10.ceara.gov.br/2019/06/17/eefm-dom-helder-camara-e-campea-estadual-do-1o-premio-de-educacao-empreendedora/>. Acesso em: 28 fev. 2023.

CHASSOT, Attico Inácio. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista brasileira de educação**, p. 89-100, 2003.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS - CGEE. Percepção pública da C&T no Brasil – 2019. Resumo executivo. Brasília, DF: 2019, p. 24. Disponível em: https://www.cgee.org.br/documents/10195/4686075/CGEE_resumoexecutivo_Percepcao_pub_CT.pdf. Acesso em: 18 out. 2022.

CENTRO DE INOVAÇÃO PARA A EDUCAÇÃO BRASILEIRA. **CIEB**: Referências para construção do seu currículo em tecnologia e computação da Educação Básica. São Paulo: CIEB, 2018. Disponível em: <https://curriculo.cieb.net.br/medio>. Acesso em: 18 out. 2022.

CENTRO DE INOVAÇÃO PARA A EDUCAÇÃO BRASILEIRA. **CIEB**: Currículo de referência – Itinerário Formativo em Tecnologia e Computação. São Paulo: CIEB, 2020. E-book em pdf. Disponível em: https://curriculo.cieb.net.br/assets/docs/Curriculo-de-referencia_Ensino-medio.pdf. Acesso em: 18 out. 2022.

CONFORTO, Debora; CAVEDINI, Patrícia; MIRANDA, Roxane; CAETANO, Saulo. Pensamento computacional na educação básica: interface tecnológica na construção de competências do século XXI. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 1, n. 1, 2018. Disponível em: <https://seer.upf.br/index.php/rbecm/article/view/8481>. Acesso em: 01 abr. 2024.

CORREA, Francisco Tupy Gomes; TOMCEAC, Jean Rafael. **Considerações sobre o ensino e a aprendizagem de tecnologia no contexto do STEAM**. In: BACICH, L. e HOLANDA, L. STEAM em Sala de Aula: A Aprendizagem Baseada em Projetos Integrando Conhecimentos na Educação Básica (Desafios da Educação). Org. Lilian Bacich, Leandro Holanda– Porto Alegre: Penso, 2020.

COSCARELLI, Carla Viana; RIBEIRO, Ana Elisa (Org.). **Letramento digital: aspectos sociais e possibilidades pedagógicas**. 3a edição. Belo Horizonte: Ceale, 2011. (Coleção Linguagem e Educação).

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Knowledge and human values**. Anais do II Congresso Mundial Sobre Transdisciplinaridade. Vitória/Vila Velha, 6-12 set. 2005. Disponível em : https://cettrans.github.io/site/formacao/documents/Ubiratan_D_Ambrosio.pdf . Acesso em: 21 nov. 2022.

DANTE, Luiz Roberto. **Letramento matemático de bolso**: Reflexões para a prática em sala de aula. Editora do Brasil, 2022.

DANYLUK, Ocsana. **Alfabetização e matemática**: o cotidiano da vida escolar. Caxias do Sul, Educs, 1991.

FADEL, Charles; BIALIK, Maya; TRILLING, Bernie. **Educação em quatro dimensões**: As competências que os estudantes precisam para atingir o sucesso. Traduzido por Instituto Península e Instituto Ayrton Senna, 2015.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. **Interdisciplinaridade: um projeto em parceria**. São Paulo: Loyola, 1991.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes (Organização). **O que é interdisciplinaridade**. Cortez editora, São Paulo, 2008.

FONSECA, Maria da Conceição Ferreira Reis. Numeramento. In. FRADE, Isabel Cristina Alves da Silva. *et. al.* Glossário Ceale: **Termos de alfabetização, leitura e escrita para educadores**. Belo Horizonte. UFMG/Faculdade de Educadores, 2014. Disponível em: <https://www.ceale.fae.ufmg.br/glossarioceale/verbetes/numeramento#:~:text=Ou%20seja%2C%20como%20o%20Letramento,quais%20se%20destacam%20conhecimentos%20matem%C3%A1ticos>. Acesso em: 01 nov. 2022.

FORTALEZA, **Prefeitura de Fortaleza**. Citinova entrega lixo eletrônico para projeto de robótica sustentável. Fortaleza, 2020. Disponível em: <https://www.fortaleza.ce.gov.br/noticias/citinova-entrega-lixo-eletronico-para-projeto-de-robotica-sustentavel>. Acesso em: 28 fev. 2023.

Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). Escolha PNLD 2021. Brasília: Ministério da Educação. 2021. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/programas-do-livro/pnld/escolha-pnld-2021-projetos>. Acesso em: 01 jul. 2022.

GRANOVSKIY, Boris. Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) education: an overview. [Washington]: **Congressional Research Service**, 2018. Disponível em: <https://fas.org/sgp/crs/misc/R45223.pdf>. Acesso em: 14 set 2022.

HAMM, Ariane. **Project-Based Learning and STEAM**. Carolina do Norte, 2023a. Disponível em: [https://rise.articulate.com/share/MtRAelD86LcOU4MWjVJInovpAjmuRH-6#/. Acesso em: 1 ago. 2023.](https://rise.articulate.com/share/MtRAelD86LcOU4MWjVJInovpAjmuRH-6#/)

HAMM, Ariane. **Scaffolds for English Language Instruction for STEAM and Project-Based Learning**. Carolina do Norte, 2023b. Disponível em: [https://rise.articulate.com/share/MtRAelD86LcOU4MWjVJInovpAjmuRH-6#/. Acesso em: 1 ago. 2023.](https://rise.articulate.com/share/MtRAelD86LcOU4MWjVJInovpAjmuRH-6#/)

HAMM, Ariane. **Science Module: Access to Clean Water**. Carolina do Norte, 2023c. Disponível em: [https://rise.articulate.com/share/MtRAelD86LcOU4MWjVJInovpAjmuRH-6#/. Acesso em: 1 ago. 2023.](https://rise.articulate.com/share/MtRAelD86LcOU4MWjVJInovpAjmuRH-6#/)

HAMM, Ariane. **Math Module: Using Data to Design the Perfect Paper Airplane**. Carolina do Norte, 2023d. Disponível em:

[https://rise.articulate.com/share/MtRAelD86LcOU4MWjVJInovpAjmuRH-6#/. Acesso em: 1 ago. 2023.](https://rise.articulate.com/share/MtRAelD86LcOU4MWjVJInovpAjmuRH-6#/)

HAMM, Ariane. **Engineering Module: Wind Energy and the Engineering Design Process**. Carolina do Norte, 2023e. Disponível em: [https://rise.articulate.com/share/MtRAelD86LcOU4MWjVJInovpAjmuRH-6#/. Acesso em: 1 ago. 2023.](https://rise.articulate.com/share/MtRAelD86LcOU4MWjVJInovpAjmuRH-6#/)

HAMM, Ariane. **Art Module: Sneakers as Art?** Carolina do Norte, 2023f. Disponível em: [https://rise.articulate.com/share/MtRAelD86LcOU4MWjVJInovpAjmuRH-6#/. Acesso em: 1 ago. 2023.](https://rise.articulate.com/share/MtRAelD86LcOU4MWjVJInovpAjmuRH-6#/)

HAMM, Ariane. **Technology Module: Helpful Robots**. Carolina do Norte, 2023g. Disponível em: [https://rise.articulate.com/share/MtRAelD86LcOU4MWjVJInovpAjmuRH-6#/. Acesso em: 1 ago. 2023.](https://rise.articulate.com/share/MtRAelD86LcOU4MWjVJInovpAjmuRH-6#/)

HOLANDA, Leandro. **A aprendizagem baseada em projetos e a abordagem STEAM**. In: HOLANDA, Leandro; BACICH, Lilian. STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica. Porto Alegre: Penso, 2020.

HONEY, Margaret; PEARSON, Greg; SCHWEINGRUBER, Heidi. **STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research**. National Academies Press, 2014. Disponível em: <https://nap.nationalacademies.org/catalog/18612/stem-integration-in-k-12-education-status-prospects-and-an>. Acesso em: 20 de jun. 2022.

IME UNICAMP. **Computação Desplugada**. ATIVIDADE 9: Cidade Enlameada. [S. l.]. Disponível em: <https://desplugada.ime.unicamp.br/atividade9/index.html>. Acesso em: 16 out. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE LETRAMENTO CIENTÍFICO (IBLC). Relatório executivo, 2014. Disponível em: <http://iblc.org.br/wp-content/uploads/2018/01/1-relatorio-executivo-ilc-fcc.pdf>. Acesso em: 12 de out. 2022.

KIELING, Aline; SILVA-ANTUNES, Paula Tatiana; OLIVEIRA-CODINHOTO, Gabriela. **Curadoria de sentidos em multiletramentos digitais no curso de letras inglês da Universidade Federal do Acre**. Trabalhos em Linguística Aplicada, v. 60, p. 300-315, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/tla/a/CYBnHrgQVGmZQDmn9GMrJKN/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 10 jan. 2024.

KIM, Ji.-Yun.; CHUNG, Hyunsong; JUNG, Eun Young; KIM, Jin-Ok; LEE, Tae-Wuk. Development and Application of a Novel Engineering-Based Maker Education Course for Pre-Service Teachers. **Education Sciences**, v. 10, n. 5, p. 126, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-7102/10/5/126>. Acesso em: 06 de jan. 2024.

KLEIMAN, Angela B. **Os estudos do letramento e a formação do professor de língua materna**. *Linguagem em (Dis)curso*, vol. 8, nº 3, Tubarão, p. 487-517, 2008

LEMES, David. **Educação STEAM: o que é, para que serve e como usar**. J.PUC-SP - Jornal da PUC-SP, 17 de novembro de 2020. Disponível em:

<https://j.pucsp.br/artigo/educacao-steam-o-que-e-para-que-serve-e-como-usar>. Acesso em: 5 de março de 2024.

LEWIS ELLISON, Tisha; QIU, Tairan. From Black Girl Exclusion to Black Girl Empowerment: Understanding one Black girl's digital and STEAM literacy practices as empowering, liberatory, and agentic. **International Journal of Qualitative Studies in Education**, v. 36, n. 3, p. 465-486, 2023. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09518398.2022.2025493>. Acesso em: 09 jan. 2024.

LIMA, João Epifânio Régis. **O papel da Artes no STEAM** In: BACICH, Lilian; HOLANDA, Leandro. STEAM em Sala de Aula: A Aprendizagem Baseada em Projetos Integrando Conhecimentos na Educação Básica (Desafios da Educação). Org. Lilian Bacich, Leandro Holanda– Porto Alegre: Penso, 2020.

LORENZIN, Mariana Peão; BIZERRA, Alessandra Fernandes. **Compreendendo as concepções de professores sobre o STEAM e as suas transformações na construção de um currículo globalizador para o ensino médio**. Revista da SBEnBio. Maringá: SBEnBio. 2016. Disponível em: <https://l1nq.com/5aTvt>. Acesso em: 06 ago. 2022.

LORENZIN, Mariana Peão; ASSUMPÇÃO, Cristiana Mattos; BIZERRA, Alessandra. Desenvolvimento do currículo STEAM no ensino médio: a formação de professores em movimento. In: BACICH, Lilian; MORAN, José (Orgs.). **Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: Uma Abordagem Teórico-Prática**. Porto Alegre: Penso, 2018. Capítulo 9, p. 1-15. ISBN 978-85-8429-116-8.

LORENZIN, Mariana Peão. **Formação de professores: vencendo os desafios de implementação do STEAM**. In: BACICH, Lilian; HOLANDA, Leandro. STEAM em Sala de Aula: A Aprendizagem Baseada em Projetos Integrando Conhecimentos na Educação Básica (Desafios da Educação). Org. Lilian Bacich, Leandro Holanda– Porto Alegre: Penso, 2020.

MAIA, Dennys Leite; DE CARVALHO, Rodolfo Araújo; APPELT, Veridiana Kelin. Abordagem STEAM na Educação básica brasileira: uma revisão de literatura. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 17, n. 49, p. 68-88, 2021.

MAIA, Jemima Matias; DE ARAÚJO, Tatiana Cristina dos S. **Contribuições da Abordagem Holística para a Educação: um olhar sobre a integralidade**. Artigo de Conclusão de Curso de Pedagogia do Centro de Educação da Universidade Federal de Pernambuco, 2015. Disponível em: <https://www.ufpe.br/documents/39399/2405255/MAIA%3B+ARAUJO+-+2015.2.pdf/65c5a78f-d9be-4511-9f8d-be3e4b5fb50c>. Acesso em: 25 mar. 2024.

MARQUES, Viviane Cristina. **Desenvolvimento de um tutor virtual inteligente através da utilização da Inteligência Artificial para contribuir para o ensino de Ciências baseado no movimento STEAM**. 2021.

MENDES, Jackeline Rodrigues. Matemática e práticas sociais: uma discussão na perspectiva do numeramento. In MENDES, Jackeline Rodrigues; GRANDO, Regina Célia (orgs.). **Múltiplos olhares: Matemática e produção de conhecimento**. São Paulo: Musa, 2007, p.11- 29.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEF, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2022.

MISELIUNAITE, Brigita; KLIZIENE, Irina; CIBULSKAS, Gintautas. **Can holistic education solve the world's problems: A systematic literature review**. Sustainability, v. 14, n. 15, p. 9737, 2022. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000109590_por. Acesso em: 15 mar. 2024.

MORAES, Paula Ariane da Silva. **Steam: arte e design no ensino médio**. 2017. Disponível em: <https://deposita.ibict.br/handle/deposita/172>. Acesso em: 01 ago. 2022.

MORAN, José. **Metodologias Ativas para uma aprendizagem mais profunda**. In: BACICH, Lilian; MORAN, José. Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Penso Editora, 2018.

MOREIRA, Antônio Flávio Barbosa.; CANDAU, Vera Maria. Currículo, conhecimento e cultura. In: BEAUCHAMP, Jeanete; PAGEL, Sandra Denise; NASCIMENTO, Aricélia Ribeiro. (Org.). Indagações sobre o currículo. Brasília: Ministério da Educação, 2007. p. 17-48. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/Ensfund/indag3.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2024.

MORIN, Edgar. **Ciência com consciência**; tradução de Maria D. Alexandre e Maria Alice Sampaio Dória. - Ed. revista e modificada pelo autor - 8 ed. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 350p

NEA. NATIONAL EDUCATION ASSOCIATION. **Preparing 21st Century Students for a Global Society: an educator's guide to the 'Four Cs'**, 2014. Disponível em: <https://dl.icdst.org/pdfs/files3/0d3e72e9b873e0ef2ed780bf53a347b4.pdf>. Acesso em: 29 dez. 2022.

NEW LONDON GROUP. A pedagogy of multiliteracies: designing social futures. In: COPE, Bill; KALANTZIS, Mary (org.). **Multiliteracies: literacy learning and the design of social futures**. New York: Routledge, 1996, p. 60-92. Disponível em: <https://www.sfu.ca/~decaste/newlondon.htm>. Acesso em: 04 de out. 2022.

NITAHARA, Akemi. **Estudo mostra que pandemia intensificou uso das tecnologias digitais**. Agência Brasil (EBC). Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-11/estudo-mostra-que-pandemia-intensificou-uso-das-tecnologias-digitais>. Acesso em: 01 de jun. 2022.

NOBREGA-TERRIEN Silvia Maria; TERRIEN Jacques. Trabalhos científicos e o estado da questão: reflexões teórico-metodológicas. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 15, n. 30, jul.-dez./2004. Disponível em: <https://publicacoes.fcc.org.br/eae/article/view/2148/2105>. Acesso em: 7 fev. 2024.

OECD. PUBLISHING. **Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006**. Organisation for Economic Co-operation and Development, 2006. Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264026407->

en.pdf?expires=1666284551&id=id&accname=guest&checksum=6ABE5EE57F66A9168DBBAFEAC5515315. Acesso em: 20 out. 2022.

OECD. Pisa 2012. **Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy**, OECD Publishing. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264190511-en> . Acesso em: 15 nov. 2022.

OCDE. **PISA 2018 Results**. Disponível em: https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_BRA.pdf. Acesso em: 20 jul. 2022.

OCDE. **21st-Century Readers: Developing Literacy Skills in a Digital World**, PISA, OECD Publishing, Paris, 2021. Disponível: <https://www.oecd.org/publications/21st-century-readers-a83d84cb-en.htm>. Acesso em: 13 fev. 2023.

OLIVEIRA, Ruan. **Expansão de STEAM na rede pública depende de esforços para formação de professores**. Porvir, 16 de fevereiro de 2024. Disponível em: <https://porvir.org/expansao-steam-rede-publica-depender-formacao-de-professores/>. Acesso em: 5 de março de 2024.

OLIVEIRA, Tânia Modesto Veludo. Escalas de mensuração de atitude: Thrstone, Osgood, Stapel, Likert, Guttman, Alpert. **Revista Administração online**, São Paulo, v. 2, n. 2, 2001. Disponível em: https://pesquisa-eaesp.fgv.br/sites/gvpesquisa.fgv.br/files/arquivos/veludo_-_escalas_de_mensuracao_de_atitudes_thurstone_osgood_stapel_likert_guttman_alpert.pdf. Acesso em: 20 fev. 2024.

OPAS- ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE. **Entenda a infodemia e a desinformação na luta contra a COVID-19**, 2020. Disponível em: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52054/Factsheet-Infodemic_por.pdf. Acesso em: 13 fev. 2023.

ORTIZ, Júlia dos Santos Bathke;JÚNIOR, Deógenes Silva;OLIVEIRA, Carolina Moreira; PEREIRA, Roberto. Pensamento Computacional e Cultura Digital: discussões sobre uma prática para o letramento digital. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education** (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). 2019. p. 1241.Disponível em:<http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/sbie/article/view/8856>. Acesso em: 01 abr. 2024.

PEREIRA, João. EDUCAÇÃO E SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO. In: COSCARELLI, Carla; RIBEIRO, Ana. **Letramento digital: aspectos sociais e possibilidades pedagógicas**. Belo Horizonte: Ceale, 2011. p. 6 - 12.

PIRES. Margareth Polido. **O STEAM e as atividades experimentais investigativas**. In: BACICH, Lilian; HOLANDA, Lenandro. STEAM em Sala de Aula: A Aprendizagem Baseada em Projetos Integrando Conhecimentos na Educação Básica (Desafios da Educação). Org. Lilian Bacich, Leandro Holanda. Porto Alegre: Penso, 2020.

POYNTER, Ray. **The Likert scale -TARSK 14 (Things All Researchers Should Know)**. 2010. Disponível em: http://thefutureplace.typepad.com/the_future_place/2010/09/the-likert-scale-tarsk-14-things-all-researchers-should-know.html. Acesso em: 20 fev. 2024.

PUGLIESE, Gustavo. **Os modelos pedagógicos de ensino de ciências em dois programas educacionais baseados em STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics)**, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=486649>. Acesso em: 10 de jun. 2022.

PUGLIESE, Gustavo Oliveira. **Um programa do STEAM education como tendência global**. In: BACICH, Lilian; HOLANDA, Leandro. **STEAM em Sala de Aula: A Aprendizagem Baseada em Projetos Integrando Conhecimentos na Educação Básica (Desafios da Educação)**. Org. Lilian Bacich, Leandro Holanda. Porto Alegre: Penso, 2020.

RIBEIRO, Ana Elisa *et al.* **Que futuros redesenhamos? Uma releitura do manifesto da Pedagogia dos Multiletramentos e seus ecos no Brasil para o século XXI**. *Diálogo das Letras*, v. 9, p. e02011-e02011, 2020.

RICARDO, Elio Carlos. Discussão acerca do ensino por competências: problemas e alternativas. *Cadernos de pesquisa*, v. 40, p. 605-628, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cp/a/jhbTLVnkSMxDnWTyJxR37Ch/>. Acesso em: 01 fev. 2024.

RICCI, Kyra; MCLAUCHLIN, Benjamin; HUA, Jessica. Impact of a science art exhibit on public interest and student comprehension of disease ecology research. **Journal of Microbiology & Biology Education**, v. 24, n. 1, p. e00162-22, 2023. Disponível em: <https://journals.asm.org/doi/abs/10.1128/jmbe.00162-22>. Acesso em 12 jan. 2024.

ROJO, Roxane . Pedagogia dos multiletramentos: diversidade cultural e de linguagens na escola. In :ROJO, Roxane; MOURA, E. (org.). **Multiletramentos na escola**. São Paulo: Parábola, p. 11- 31, 2013.

RUSMANSYAH; N ANJAINI; M KUSASI. Development of e-modules colloid materials based on PjBL-STEM to improve scientific literature and student learning outcomes of wetlands context. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 2104, n. 1, p. 012026–012026, 2021. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2104/1/012026/meta>. Acesso em: 07 de jan. 2024.

SANDERS, Mark. **STEM, STEM education, STEM mania**. *The Technology Teacher*, v. 68, n. 4, p. 20–26, 2009.

SANTANA, Bruno Reis.; SILVA, Wagner Rodrigues; FREITAS, Mirella Oliveira. O Show da Luna como gênero mediador de educação científica. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 27, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/mWbjxSX639vX6bY4h7GHmjL/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 01 jan. 2023.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista brasileira de educação**, v. 12, p. 474 - 492, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/C58ZMt5JwnNGr5dMkrDDPTN/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 04 out. 2022.

SAVIANI, Demerval. Formação de professores: aspectos históricos e teóricos do problema no contexto brasileiro. **Revista Brasileira de Educação**, v. 14, n. 40 an./abr. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbedu/v14n40/v14n40a12.pdf> Acesso em: 01 jan. 2024.

SBC, Sociedade Brasileira de Computação. **Referenciais de Formação em Computação: Educação Básica**. Disponível em: <https://www.sbc.org.br/images/ComputacaoEducacaoBasica-versaofinal-julho2017.pdf>. Acesso em: 30 mar 2024.

SEDLACEK, Guilherme Babo. Projetos STEAM: controvérsias e ideologias no Ensino de História e Filosofia das Ciências. **Khronos**, n. 11, p. 20-54, 2021. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/khronos/article/view/186428>. Acesso em: 13 jan. 2024.

SHAMOS, Morris Herbert. **The myth of scientific literacy**. New Brunswick, N.J. Rutgers University Press, 1995.

SHUKSHINA, Liudmila V.; GEGEL, Liudmila A.; EROFEEVA, Maria A.; LEVINA, Irina D.; CHUGAEVA, Uliana Y.; NIKITIN, Oleg D. STEM and STEAM education in Russian EDUCATION: CONCEPTUAL FRAMEWORK. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 17, n. 10, 2021. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1312202>. Acesso em 13 jan. 2024.

SILVEIRA, Clarice Santiago; NÓBREGA-THERRIEN, Silvia Maria Estudos sobre pesquisa e formação de professores da Educação Básica: a elaboração do Estado da Questão. **Revista Educação em Questão**, [S. l.], v. 41, n. 27, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/educacaoemquestao/article/view/4008>. Acesso em: 7 fev. 2024.

SIREGAR, Y. E. Y.; RAHMAWATI, Y.; SUYONO. Elementary school teacher's perspectives towards developing mathematics literacy through a STEAM-based approach to learning. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1460, p. 012030, fev. 2020. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1460/1/012030/meta>. Acesso em: 08 jan. 2024.

SOARES, Magda. **Letramento: um tema em três gêneros**. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2009, p. 128.

TRIVIÑOS, Nivaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em Educação**. São Paulo, SP: Atlas, 1987, p. 175.

TWININGSIH, Anik; ELISANTI, Evi. Development of STEAM media to improve critical thinking skills and science literacy. **International Journal of Emerging Issues in Early Childhood Education**, v. 3, n. 1, p. 25-34, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/352146869_Development_of_STEAM_Media_to_Improve_Critical_Thinking_Skills_and_Science_Literacy. Acesso em: 07 jan. 2024.

UNESCO. United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. **Global media and information literacy assessment framework: Country readiness and competencies**. Paris, France: UNESCO, 2013. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000224655>. Acesso em 20 out. 2022.

UNESCO. United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. **Educação para a Cidadania Global: preparando alunos para os desafios do século XXI**. 2015. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000234311>. Acesso em: 20 dez. 2022.

UNESCO. United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. **Os desafios do ensino de matemática na educação básica**. – Brasília, São Carlos: EdUFSCar, 2016, p. 114. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000246861>. Acesso em: 22 fev. 2023.

UNESCO. United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. **Scientific literacy: an imperative for a complex world**, 2021. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377448>. Acesso em: 22 fev. 2022.

UNESCO. United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. **Currículos de IA para a educação básica: um mapeamento de currículos de IA aprovados pelos governos**. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, São Paulo, 2022. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380602_por . Acesso em: 29 de fev. 2024.

UNICEF. Fundo das Nações Unidas para Infância. **1,6 milhão de crianças não receberam nenhuma vacina DTP ao longo de três anos no Brasil, alerta UNICEF**. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/1-virgula-6-milhao-de-criancas-nao-receberam-nenhuma-vacina-dtp-ao-longo-de-tres-anos-no-brasil>. Acesso em: 1 abr. 2024.

VALE, Peter. **A sputnik moment? The Natural Sciences and Humanities** S. Afr. j. sci. vol.105 n.7-8 Pretoria Jul./Aug. 2009. Disponível em: http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0038-23532009000400006&lang=pt . Acesso em 14 set. 2022.

VALENTE, José Armando. Integração do pensamento computacional no currículo da educação básica: diferentes estratégias usadas e questões de formação de professores e avaliação do aluno. **Revista E-curriculum**, v. 14, n. 3, p. 864-897, 2016. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?pid=S1809-38762016000300864&script=sci_abstract. Acesso em: 01 abr. 2024.

VARKEY FOUNDATION. **Global Teacher Prize**, 2019. Disponível em: <https://www.globalteacherprize.person?id=7504>. Acesso em: 15 de set. 2022.

VENTURINE, Cleidson; MALAQUIAS, Isabel. História da ciência, educação STEAM e literacia científica: possíveis intersecções. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 25, p. 196-208, 2022. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/hcensino/article/view/57813>. Acesso em: 12 jan. 2024.

VICENTE, Ruiz; ANTONIO, Francisco. **Diseño de proyectos STEAM a partir del currículum actual de Educación Primaria utilizando Aprendizaje Casado en Problemas, Aprendizaje Cooperativo, Flipped Classroom y Robótica Educativa**. Valencia: Universidad CEU Cardenal Herrera: Departamento de Ciencias de la Educación, 2017. Disponível em: <https://repositorioinstitucional.ceu.es/handle/10637/8739>. Acesso em: 01 out. 2022.

WANG, Lijie; SHI, Mingyu. A Study on the Implementation of Teaching Mathematical Modeling Classes Based on Mathematical Learning Objectives. In: **SHS Web of Conferences**. EDP Sciences, 2023. p. 01002. Disponível em: https://www.shs-conferences.org/articles/shsconf/abs/2023/23/shsconf_seaa2023_01002/shsconf_seaa2023_01002.html. Acesso em: 05 de jan. 2024.

YAKMAN, Georgette. **STEAM Education**: an overview of creating a modelo f integrative education, 2008. Disponível em: <https://www.iteea.org/File.aspx?id=86752&v=75ab076a>. Acesso em: 06 de jun. 2022.

YASIR, Mochammad; WULANDARI, Ana Yuniasti Retno. Teaching madura local content literacy on preservice science teacher using LWIS model. **Jurnal Pena Sains**, v. 7, n. 2, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/347095538_TEACHING_MADURA_LOCAL_CONTENT_LITERACY_ON_PRESERVICE_SCIENCE_TEACHER_USING_LWIS_MODEL. Acesso em: 14 jan. 2024.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e método**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.

ZANDVLIET, DAVID. Getting back to the real world: Creative approaches to science literacy, problem solving and cultural inquiry. **EDUCATIONAL REVIEW JOURNAL**, p. 21, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Eduardo-Pare-Glueck-2/publication/376782099_STEMSTEAM_Education_Disrupting_and_Decentering_Dominant_Science_Education_Teaching_Practices/links/6586f0080bb2c7472b080faf/STEM-STEAM-Education-Disrupting-and-Decentering-Dominant-Science-Education-Teaching-Practices.pdf#page=23. Acesso em 10 jan. 2024.

APÊNDICES

APÊNDICE A- PERFIL DO PROFESSOR (1º ETAPA)

Integrando STEAM e Inglês na rede pública brasileira: um estudo piloto no Programa de Residência Pedagógica da UFC Prezado senhor, prezada senhora, Você está sendo convidado(a) a participar como voluntário da pesquisa: “Integrando STEAM e Inglês na Rede Pública Brasileira de Ensino: um Estudo Piloto no Programa de Residência Pedagógica”. Nesse estudo pretendemos investigar a formação de professores de escolas públicas com vistas a implementar atividades curriculares integrando a Língua Inglesa e STEAM em escolas públicas de Fortaleza. Os dados coletados serão utilizados em dissertações, artigos e pesquisas. O tempo gasto para preencher este formulário é de menos de 5 minutos.

1. E-mail

PERFIL DO PESSOAL

3. Nome completo:

3. Idade:

4. Sexo que se identifica:

PERFIL DO PROFESSOR

5. Nome da Escola:

6. Qual disciplina leciona nessa escola?

7. Há quantos anos leciona essa disciplina?

8. Série que leciona nesta escola: *Marque todas que se aplicam.*

Marque todas que se aplicam.

☐ 5 ano do Ensino fundamental

☐ 6 ano do Ensino fundamental

☐ 7 ano do Ensino fundamental

☐ 8 ano do Ensino fundamental

☐ 9 ano do Ensino fundamental

☐ 1 ano do Ensino Médio

☐ 2 ano do Ensino Médio

☐ 3 ano do Ensino Médio

☐ Outro: _____

PERFIL TECNOLÓGICO

9. Marque os locais ou dispositivos que você acessa à Internet:

- ☐ Wi-fi de casa
- ☐ Wi-fi da Escola
- ☐ Pelo Celular (3G/ 4G)

10. Marque os aplicativos e programas que você utiliza no seu cotidiano. (Caso utilize outros pode adicioná-los):

- ☐ Whatsapp
- ☐ Youtube
- ☐ Instagram
- ☐ TikTok
- ☐ Programas de Texto (Word, LibreOffice etc)
- ☐ Programa de Slides (PowerPoint, LibreOffice etc)
- ☐ Planilha Eletrônica (Excel etc)
- ☐ Nenhum
- ☐ Outros...

11. Marque os aplicativos e programas que você já utilizou como recurso didático. *
(Caso utilize outros pode adicioná-los):

- ☐ Whatsapp
- ☐ Youtube
- ☐ Instagram
- ☐ TikTok
- ☐ Programas de Texto (Word, LibreOffice etc)
- ☐ Programa de Slides (PowerPoint, LibreOffice etc)
- ☐ Planilha Eletrônica (Excel etc)
- ☐ Nenhum
- ☐ Outros...

12. Caso não tenha utilizado nenhum aplicativo ou programa como recurso didático explique o motivo:

13. Marque os dispositivos e recursos que você tem acesso e utiliza na escola:

- ☐ Notebook ou Computadores
- ☐ Internet
- ☐ Tablet
- ☐ Lousa Digital
- ☐ Kit de Robótica
- ☐ Nenhum
- ☐ Outros...

14. Com que frequência você lê de forma digital?

- ☐ Muita frequência
- ☐ Frequentemente
- ☐ ocasionalmente
- ☐ Raramente
- ☐ Nunca

15. Com que frequência você utiliza recursos digitais com seus alunos? (livros, vídeos, jogos etc)

- ☐ Muita frequência
- ☐ Frequentemente
- ☐ ocasionalmente
- ☐ Raramente
- ☐ Nunca

16. O quanto você acha da importância de ler e interpretar os textos que circulam Internet, em especial nas redes sociais?

- ☐ Muito importante
- ☐ Importante
- ☐ Razoavelmente importante
- ☐ Pouco importante
- ☐ Sem importância

17. Com que frequência você acreditou em fake news (notícia falsa), acidentalmente ou por não checar a notícia?

- ☐ Muita frequência
- ☐ Frequentemente
- ☐ ocasionalmente
- ☐ Raramente
- ☐ Nunca

18. Com que frequência você checa a fonte de uma notícia?

- ☐ Muita frequência
- ☐ Frequentemente
- ☐ ocasionalmente
- ☐ Raramente
- ☐ Nunca

PERFIL CIENTÍFICO

19. Com que frequência você busca se informar sobre assuntos científicos tecnológicos?

- ☐ Muita frequência
- ☐ Frequentemente
- ☐ ocasionalmente
- ☐ Raramente
- ☐ Nunca

20. Qual a sua principal fonte de informação?

- ☐ TV
- ☐ Site de Notícias
- ☐ Redes Sociais
- ☐ Jornal Impresso
- ☐ Outros...

21. Você acredita que os alunos são estimulados pela escola para ingressar nas carreiras tecnológicas e científicas?

- ☐ SIM
- ☐ NÃO
- ☐ Nunca pensou sobre o assunto
- ☐ Outros...

22. Qual a importância da Matemática e Ciência no cotidiano:

- ☐ Muito importante
- ☐ Importante
- ☐ Razoavelmente importante
- ☐ pouco importante
- ☐ sem importância

23. Já ouviu falar sobre os letramentos para além da alfabetização do aluno?

APÊNDICE B - DIÁRIO DE CAMPO (2º ETAPA)

Diário de campo adaptado de Castro (2016). Utilizado para descrever as observações gerais de cada etapa da pesquisa.

OBSERVAÇÕES GERAL

Etapa ____ Dia ____ Semana: ____ Horário início: ____ Horário fim: ____

Anotações:

Descrever: ações, questionamentos, dúvidas, reflexões e dificuldades dos professores observadas no desenvolvimento do projeto, assim como as percepções das habilidades e competências para os letramentos, identificados dos projetos STEAM.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

APÊNDICE C - FORMULÁRIO FINAL APÓS A INTERVENÇÃO (3º ETAPA)

Avaliação Final - Integrando STEAM e Língua Inglês como segunda língua nas escolas públicas brasileiras (sob a perspectiva dos letramentos) Queridas professoras e queridos professores, Agradecemos a participação no curso "Integrando STEAM e Língua Inglês como segunda língua nas escolas públicas brasileiras". Foi um prazer tê-los conosco ao longo dos últimos meses. Buscando avaliar as ações desenvolvidas durante o curso, o presente formulário objetiva identificar os pontos de sucesso e aqueles que precisam ser aprimorados para a continuidade de nossas formações. Por isso, pedimos que respondam a ele, se possível. Contamos com a sua colaboração. Até a próxima!

Cordialmente, Equipe de formação

E-mail _____

Nome completo _____

Escola _____

4. Você conhecia o STEAM antes da formação? *

Marcar apenas uma oval.

☐ Sim

☐ Não

Orientação sobre as questões Responda cada uma das questões a seguir, numa escala de 1 a 5 valores, sendo atribuído ao valor 1 “nada” e ao valor 5 "muito" conforme a sua opinião.

5. CONHECIMENTO SOBRE O STEAM *

Marcar apenas uma oval por linha.

	5	4	3	2	1
O quanto você compreende sobre o STEAM após a formação	☐	☐	☐	☐	☐
Compreende a elaboração de atividades que integram as áreas STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes, Matemática) juntamente com o Inglês	☐	☐	☐	☐	☐
Achou útil os conhecimentos sobre o STEAM	☐	☐	☐	☐	☐

Houve equilíbrio entre a exposição teórica/prática	☐	☐	☐	☐	☐
Duração da ação de formação (adequação do tempo ao programa)	☐	☐	☐	☐	☐
O quanto você pretende utilizar o STEAM nas suas práticas pedagógicas.	☐	☐	☐	☐	☐
O quanto você compreende da interdisciplinaridade presente no STEAM	☐	☐	☐	☐	☐
O quanto você acredita ser importante atividades interdisciplinares	☐	☐	☐	☐	☐

6. FORMADORA *

Marcar apenas uma oval por linha.

	5	4	3	2	1
Domínio e clareza na exposição da(s) matéria(s) tratada(s) na ação de formação	☐	☐	☐	☐	☐
Relacionamento com os/as professores/as	☐	☐	☐	☐	☐
Capacidade de motivar para as matérias lecionadas	☐	☐	☐	☐	☐

**Pontualidade /
cumprimento
do horário das
sessões**

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

7. AVALIAÇÃO GLOBAL DA AÇÃO DE FORMAÇÃO *

Marcar apenas uma oval por linha.

	5	4	3	2	1
Esta ação de formação permitiu-lhe adquirir novos conhecimentos	☐	☐	☐	☐	☐
O nível das matérias tratadas foi adequado ao seu nível de conhecimento	☐	☐	☐	☐	☐
Recomendaria esta ação de formação aos seus amigos/colegas	☐	☐	☐	☐	☐

Segundo Magda Soares (1998, p. 47) o letramento é o “estado ou condição de quem não apenas sabe ler e escrever, mas cultiva as práticas sociais que usam a escrita. Diante disso o aluno letrado pode utilizar seu conhecimento em diversas áreas no seu contexto social. Então sobre o letramento e o STEAM, responda as próximas afirmações.

8. Você compreende as práticas do letramento:

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Discordo totalmente
- ☐ Discordo
- ☐ Neutro
- ☐ Concordo
- ☐ Concordo totalmente

9. Atividades utilizando a abordagem STEAM podem contribuir para o desenvolvimento de diferentes letramentos:

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Discordo totalmente
- ☐ Discordo
- ☐ Neutro
- ☐ Concordo
- ☐ Concordo totalmente
-

10. Você consegue identificar as práticas do letramento dentro de um projeto STEAM:

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Discordo totalmente
- ☐ Discordo
- ☐ Neutro
- ☐ Concordo
- ☐ Concordo totalmente

11. Você irá utilizar as práticas do letramento na suas práticas pedagógicas:

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Discordo totalmente
- ☐ Discordo
- ☐ Neutro
- ☐ Concordo
- ☐ Concordo totalmente

12. Você se sente preparado(a) para implementar práticas pedagógicas baseadas na abordagem STEAM e nos letramentos:

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Discordo totalmente
- ☐ Discordo
- ☐ Neutro
- ☐ Concordo
- ☐ Concordo totalmente

13. Marque os letramentos que podem ser mobilizados por um projeto STEAM:

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Letramento Literário
- ☐ Letramento Artístico
- ☐ Letramento Matemático
- ☐ Letramento Midiático
- ☐ Letramento Científico
- ☐ Letramento Digital
- ☐ Letramento Cultural
- ☐ Letramento Linguístico

14. Por fim, escreva algumas habilidades e/ou competências que os alunos podem desenvolver com projetos STEAM utilizando a perspectiva dos letramentos:

15. Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. Aponte as críticas, sugestões ou outros comentários que queira fazer sobre a formação.

APÊNDICE D - GUIA DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA DOS PROFESSORES (3º ETAPA)

- 1) O que você compreende por um projeto STEAM?
- 2) Você considera uma contribuição a integração e a interdisciplinaridade das áreas STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática)?
- 3) Cite as possíveis **contribuições** em implementar um projeto STEAM em suas práticas pedagógicas, para além da integração das disciplinas.
- 4) Cite as possíveis **dificuldades** em implementar um projeto STEAM em suas práticas pedagógicas.
- 5) É possível elaborar um projeto STEAM em que os alunos apliquem os conhecimentos das áreas (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) de modo a se tornar um cidadão consciente para as práticas cotidianas? Como? Você consegue elaborar e implementar um projeto STEAM?
- 6) Você considera que um projeto STEAM contribui de alguma forma para utilização e incentivo do uso Tecnologia Digital em sala de aula? Como?

LETRAMENTOS E O STEAM

“Resultado da ação de ensinar e aprender as práticas sociais de leitura e escrita. O estado ou condição que adquire um grupo social ou um indivíduo como consequência de ter-se apropriado da escrita e de suas práticas sociais” (SOARES, 2009, p. 39)
 “LETRAMENTO: estado ou condição de quem não apenas sabe ler e escrever, mas cultiva e exerce as práticas sociais que usam a escrita cultiva, dedica-se a atividades de leitura e escrita exerce e responde às demandas sociais de leitura e escrita “ (SOARES, 2009, p. 47).
 Aplicando assim, os conhecimentos adquiridos em contextos sociais.

- 7) Sabendo que o letramento vai além da prática da leitura de códigos, mas preza que o aluno aplique os conhecimentos no cotidiano, responda:
 - a) O que você entende por letramento digital? Você considera que projetos STEAM possam contribuir para o desenvolvimento deste letramento do aluno? De que maneira?
 - b) O que você entende por letramento artísticos? Você considera que projetos STEAM possam contribuir para o letramento do aluno? De que maneira?
 - c) O que você entende por letramento matemático? Você considera que projetos STEAM possam contribuir para o letramento do aluno? De que maneira?
 - d) O que você entende por letramento científico? Você considera que projetos STEAM possam contribuir para o letramento do aluno? De que maneira?
 - e) Você pretende explorar alguns desses letramentos?
- 8) Você considera que os projetos STEAM podem incentivar o interesse do aluno pela Ciência, Matemática e Tecnologia? Como?
- 9) Marque as habilidades e/ou competências que o aluno pode desenvolver seguindo a premissa da aprendizagem baseada em projetos juntamente com o STEAM:

- ☐ Investigação, pesquisa ou leitura de textos científicos
- ☐ Resolução de Problemas
- ☐ Raciocinar
- ☐ Experimentação
- ☐ Explicar fenômenos naturais
- ☐ Representar os fatos matematicamente
- ☐ Elaborar argumentos
- ☐ Protagonismo

- ☐ Uso de Ferramentas digitais
- ☐ Criatividade
- ☐ Pensamento Crítico
- ☐ Avaliar criticamente uma informação
- ☐ Trabalho em equipe
- ☐ Usar ética e segurança digital
- ☐ Expressão artística

- ☐ Interpretar dados e evidências
- ☐ Motivação
- ☐ Colaboração

10) Por fim, responda, na sua percepção, o que é necessário para que os docentes, a escola e os alunos façam para que consigam adquirir as habilidades e/ou competências marcados ao lado:

ANEXO A – EMENTA DA FORMAÇÃO (CASTRO-FILHO, 2023)



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

Plano de ensino

Nome do curso

Integrando STEAM e Língua Inglês como segunda língua nas escolas públicas brasileiras.

Carga horária

50 horas

Ementa

Identificação de conteúdos de STEAM e Língua Inglês como segunda língua (ESL). Conexão de conteúdos de STEAM e ESL. Integração de STEAM no currículo. Planejamento e realização de aprendizagem baseada em projetos para a integração de ESL e STEAM.

Objetivo(s)

- ❖ Conhecer a fundamentação epistemológica de STEAM e ESL.
- ❖ Explorar conteúdos e atividades de integração de STEAM e ESL.
- ❖ Planejar o uso de aprendizagem baseada em projetos para a integração de ESL e STEAM.
- ❖ Avaliar a realização dos projetos com estudantes.

Justificativa

Apesar de sua importância, o número de brasileiros que dominam a Língua Inglesa ainda é baixo. A crença de que não é possível aprender inglês nas escolas públicas brasileiras vem sendo perpetuada há décadas, o que contribui para o aumento da desigualdade social no Brasil, tendo em vista que o conhecimento da língua inglesa é uma necessidade no mundo atual (FINARDI, 2016). Com o entendimento de que esta lacuna de conhecimento deve ser alvo de atenção em diferentes âmbitos da educação pública, elaboramos o presente projeto. O estudo de Soares (2013) mostra que os alunos relatam não ter ultrapassado o conhecimento do verbo “to be” no percurso escolar realizado entre o sexto ano e a série final do ensino médio. Outros levantamentos realizados fortalecem a reflexão sobre o impacto do desconhecimento na língua inglesa, como a pesquisa de 2013, feita pelo British Council, que indicou que somente 5% da população brasileira acima de 16 anos afirma ter algum conhecimento da língua. O levantamento da EF Education First, coloca o Brasil entre os países de menor proficiência no ranking de 2020, ocupando a 53ª posição. Uma análise mais recente feita pela Folha de São Paulo, de fevereiro de 2021, revela que em todas as questões aplicadas no exame nacional entre 2010 e 2019, a prova de Inglês aparece como obstáculo entre o aluno de escola pública e a faculdade.

Na mesma direção, há também um baixo número de brasileiros que apresentam habilidades relacionadas à área de STEAM (ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática). As competências envolvidas nessa área são foco na formação de cidadãos em uma era digital (OECD, 2018, EDUCATION 2015). O STEAM envolve uma abordagem educacional inclusiva através de atividades como aprender fazendo (mão na massa). Liberdade criativa também é um foco com uso e produção de tecnologia. STEAM fomenta a cooperação e colaboração com outros (Ética e Empatia) através do trabalho de grupo, levando o bem estar dos participantes (saúde e bem estar) e comunicação efetiva com grupos (e-presença e comunicação). O STEAM está alinhado ao desenvolvimento sustentável e a resolução de problemas autênticos (participação ativa). Finalmente, STEAM inclui o gerenciamento de dados (privacidade e segurança) e, em alguns casos, a compreensão de que o consumo de recursos tem um custo (consumo consciente).

Ações de integração do STEAM com aprendizagem de Inglês como segunda língua têm sido limitadas ou quase inexistentes nas escolas públicas brasileiras. A falta de habilidades e recursos nessas áreas apenas contribui para o aumento da desigualdade social no país. Dados recentes mostram a disparidade entre escolas públicas e privadas, favorecendo escolas privadas. Promover essas habilidades em escolas públicas brasileiras irá dar suporte a minorias raciais e étnicas assim como estudantes em desvantagem econômica com acesso ao conhecimento que permitirá melhores oportunidades de trabalho e educação superior.

Metodologia

O curso acontecerá de forma híbrida, com encontros presenciais, quinzenalmente e com atividades teórico-práticas a serem realizadas de forma síncrona e assíncrona. Os materiais utilizados ficarão disponíveis em uma pasta do *Google Drive*, compartilhados com todos os participantes da formação. A carga horária será dividida da seguinte forma:

- ❖ 12 horas divididas em 6 encontros presenciais (de 2h/a cada encontro).
- ❖ 38 horas de atividades assíncronas (preenchimento de formulários *on-line*, discussões, reflexões, exploração teórico-prática do material, desenvolvimento dos planejamentos e atividades de integração de STEAM e ESL).

Referências

- FINARDI, K. R. English in Brazil: views, policies and programs. Londrina: Eduel, 2016, 230p.
- FINARDI, K. R.; PREBIANCA, G. V.; MOMM, C. F. Tecnologia na educação: o caso da internet e do inglês como linguagens de inclusão. Cadernos do IL, Porto Alegre, n.º 46, junho de 2013. p. 193-208.
- MARIANI, D, YUKARI, D., TAKAHASHI, F, SALDAÑA, P. Inglês no Enem é obstáculo entre aluno de escola pública e a faculdade. Folha de São Paulo: 2021. Disponível em <https://www1.folha.uol.com.br/educacao/2021/02/ingles-no-enem-e-obstaculo-entre-aluno-de-escola-publica-e-a-faculdade.shtml>. Acesso em 17-11-22.
- OECD. Education at a Glance 2018: OECD Indicators, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/eag-2018-en>. Disponível em https://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/eag/documentos/2018/EAG_Relatorio_na_integra.pdf. Acesso em 07-11-2022.

SANTANA, E.R.S.; CASTRO, J. B. . Equidade e Educação Matemática: experiências e reflexões. COM A PALAVRA, O PROFESSOR, v. 7, p. 79-98, 2022.

SOARES, L. Brasil monoglota: ensino de língua estrangeira não funciona. Pragmatismo político, 2013. Educação. Available at:

<http://www.pragmatismopolitico.com.br/2013/05/brasil-monoglota-ensino-de-linguaestrangeira-e-ineficaz.html/> Acesso em 17-11-22.

UNESCO. Rethinking Education: Towards a global common good. UNESCO, 2015. Disponível em <https://unevoc.unesco.org/e-forum/RethinkingEducation.pdf>. Acesso em 07-11-2022.

ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO (CASTRO, 2023)



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (professores)

Prezado senhor, prezada senhora,

Você está sendo convidado(a) a participar como voluntário da pesquisa: **“Integrando STEAM e Inglês na Rede Pública Brasileira de Ensino: um Estudo Piloto no Programa de Residência Pedagógica”**. Nesse estudo pretendemos investigar a formação de professores de escolas públicas com vistas a implementar atividades curriculares integrando a Língua Inglesa e STEAM em escolas públicas de Fortaleza. O motivo que nos leva a estudar esse assunto é a defesa de que as escolas precisam fornecer um currículo de alta qualidade, favorecendo a equidade, buscando viabilizar a aprendizagem e o sucesso dos estudantes. Para isso, entendemos que a formação para o desenvolvimento profissional do professor é de grande importância. No caso de aceitar fazer parte dessa pesquisa, você vai fazer parte de um grupo colaborativo de professores e pesquisadores que vão participar de formação colaborativa e desenvolver e implementar projetos com abordagem STEAM junto a turmas que você exerce a docência.

A formação colaborativa e o processo de elaboração, as reflexões e a implementação dos projetos com abordagem STEAM serão vídeo-áudio gravadas e as imagens não serão divulgadas. Você vai responder um instrumento diagnóstico, um instrumento sobre seu perfil profissional e dar entrevista para os pesquisadores. A sua participação será de grande valor, podendo contribuir para a melhoria do ensino e aprendizagem de Língua Inglesa, Matemática e Ciências. Caso apareça riscos para a sua ação profissional, a equipe vai suspender as ações e buscar sanar o risco. Você não é obrigado a participar, tendo total liberdade para discordar ou desistir da participação em qualquer momento que desejar. Caso participe, você também terá a liberdade para pedir esclarecimentos sobre qualquer dúvida que tiver. Como pesquisadores responsáveis por esta pesquisa, manteremos em segredo todos os dados confidenciais. Se em algum momento sentir-se constrangido ou cansado do processo formativo, você pode parar as atividades e não mais participar ou voltar a participar quando se sentir à vontade. Se você se sentir desconfortável poderá desistir em qualquer momento. Garantimos, assistência integral aos participantes da pesquisa, em virtude de sua participação.

Então, se está claro para você para que serve essa pesquisa e se concorda em participar da mesma, pedimos que assine este documento. Esse termo foi impresso em duas vias iguais e você ficará com uma das vias devidamente assinada.

Eu, _____, portador(a) do documento de Identidade

_____, aceito participar das atividades da pesquisa **“Integrando STEAM e Inglês na Rede Pública Brasileira de Ensino: um Estudo Piloto no Programa de Residência Pedagógica”**. Fui devidamente informado(a) que eu participarei do grupo colaborativo. Foi-me garantido que posso desistir da pesquisa a qualquer momento, e que os resultados serão tratados confidencialmente.

_____, _____ de _____ de ____.

Assinatura do(a)
professor (a)

Assinatura do(a)
pesquisador(a)

Endereço da responsável pela pesquisa:

Endereço da responsável pela pesquisa:

Nome: Juscileide Braga de Castro

Instituição: Universidade Federal do Ceará

Endereço: Rua Waldery Uchôa, 01 - Benfica, Fortaleza - CE, 60020-110

Telefones para contato: (85) 3366 7674/(85) 3366 7675

ATENÇÃO: Se você tiver alguma consideração ou dúvida, sobre a sua participação na pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFC/PROPEQ – Rua Coronel Nunes de Melo, 1000 - Rodolfo Teófilo, fone: 3366-8344/46. (Horário: 08:00-12:00 horas de segunda a sexta-feira).

O CEP/UFC/PROPEQ é a instância da Universidade Federal do Ceará responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos.

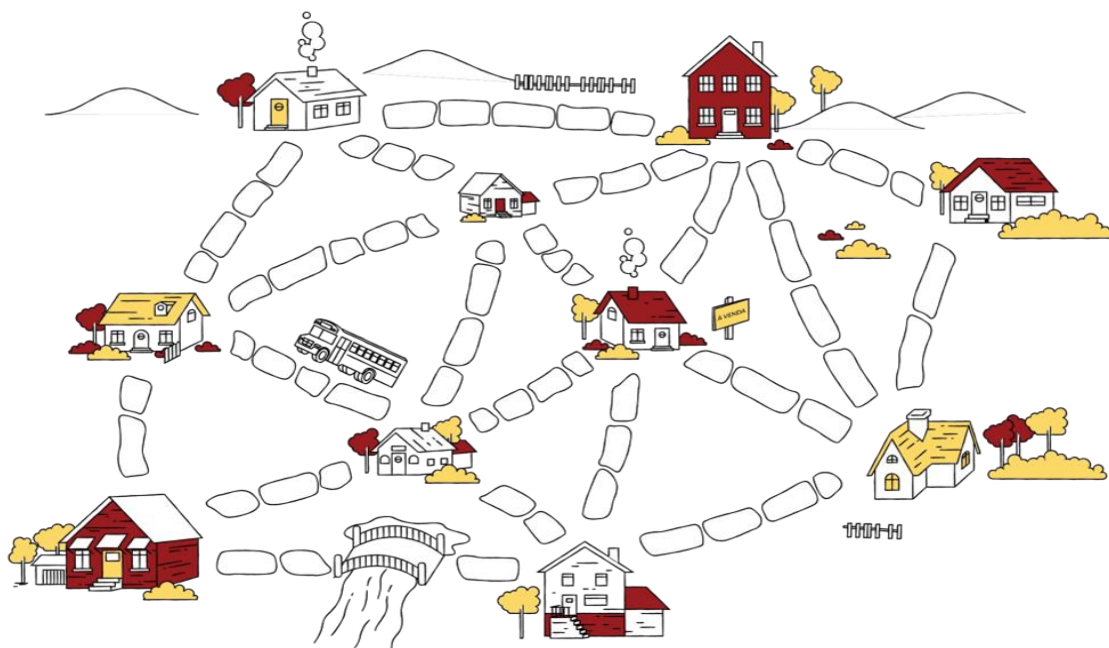
ANEXO C – ATIVIDADE DESPLUGADA (IME UNICAMP)

Folha de Atividade: O problema da cidade enlameada

Era uma vez uma cidade que não tinha estradas. Andar pela cidade era particularmente difícil depois de chuva intensa porque a terra se tornava muito enlameada, o que fazia com que carros ficassem presos na lama e as pessoas sujassem suas botas. O prefeito da cidade decidiu que algumas das ruas deveriam ser pavimentadas, mas ele não queria gastar mais dinheiro do que o necessário, pois o orçamento da cidade é limitado. Portanto, o prefeito especificou duas condições:

1. Um número suficiente de ruas devem ser pavimentadas de modo que seja possível para qualquer pessoa ir de sua casa para a casa de qualquer pessoa utilizando apenas estradas pavimentadas, e
2. A pavimentação deve custar o mais barato possível.

Aqui está o desenho da cidade. O número de pedras de pavimentação entre cada casa representa o custo de pavimentação dessa via. Encontre o melhor percurso que ligue todas as casas, mas utilize a menor quantidade possível de pedras de pavimentação. Quais estratégias você usou para resolver o problema?



ANEXO D – ATIVIDADE SCRATCH (ANASTÁCIO, 2020, p. 19)


ATIVIDADE SCRATCH

ATIVIDADE 1

Desenvolva um programa que faça o personagem mover 10 passos, esperar um segundo e trocar de traje, quando o personagem tocar na borda ele vira e continua andando. Utilizar uma estrutura de repetição para que o personagem não pare de andar.

COMANDOS UTILIZADOS NO SCRATCH

Movimento	Aparência	Som	Caneta	Controle	Sensores	Operadores	Variáveis
X	X			X			

PENSAMENTO COMPUTACIONAL

- Abstração _____

- Reconhecimento de Padrões

- Decomposição

- Algoritmo