

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
CAMPUS DE PARANAVAI
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
FORMAÇÃO DOCENTE INTERDISCIPLINAR - PPIFOR**

MARIANA KOSIBA FURTADO

**O ESTADO DA ARTE DA EDUCAÇÃO STEAM POR MEIO DO
BIBLIOMETRIX**

MARIANA KOSIBA FURTADO

**PARANAVAI
2023**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
CAMPUS DE PARANAVÁÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
FORMAÇÃO DOCENTE INTERDISCIPLINAR – PPIFOR**

**O ESTADO DA ARTE DA EDUCAÇÃO STEAM POR MEIO DO
BIBLIOMETRIX**

MARIANA KOSIBA FURTADO

**PARANAVÁÍ
2023**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
CAMPUS DE PARANAVAI
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
FORMAÇÃO DOCENTE INTERDISCIPLINAR - PPIFOR**

O ESTADO DA ARTE DA EDUCAÇÃO STEAM POR MEIO DO BIBLIOMETRIX

Dissertação apresentada por Mariana Kosiba Furtado, ao Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade Estadual do Paraná – Campus de Paranavaí, como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestra em Ensino. Área de Concentração: Formação docente interdisciplinar.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Shalimar Calegari Zanatta

PARANAVAI
2023

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNESPAR e Núcleo de Tecnologia de Informação da UNESPAR, com Créditos para o ICMC/USP e dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Furtado, Mariana Kosiba

O estado da arte da educação steam por meio do bibliometrix / Mariana Kosiba Furtado. -- Paranavaí-PR, 2023.

118 f.: il.

Orientador: Shalimar Calegari Zanatta.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Mestrado Acadêmico em Ensino: "Formação Docente Interdisciplinar") -- Universidade Estadual do Paraná, 2023.

1. Educação STEAM. 2. STEM. 3. Educação STEM. 4. CAFe. 5. Análise bibliométrica. I - Zanatta, Shalimar Calegari (orient). II - Título.

MARIANA KOSIBA FURTADO

O ESTADO DA ARTE DA EDUCAÇÃO STEAM POR MEIO DO BIBLIOMETRIX

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Shalimar Calegari Zanatta – Orientadora – UNESPAR, campus de Paranavaí.

Prof.^a Dr.^a Fernanda Arruda Nogueira Gomes da Silva – UFRJ – Rio de Janeiro.

Prof.^a Dr.^a Neide de Almeida Lança Galvão Fávaro – UNESPAR, campus de Paranavaí.

Data de Aprovação:

22/03/2023.

*Este trabalho é dedicado ao mundo,
afinal, é ele que irá usufruir deste.*

AGRADECIMENTOS

O primeiro agradecimento deve ser destinado à minha orientadora Shalimar. Nosso caminho conjunto vem desde a graduação na Unespar. Ficarei eternamente grata pela parceria!

Também agradeço ao Ministério da Educação do Brasil, que forneceu o apoio financeiro por meio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) — Brasil, código de financiamento 001, que foi indispensável para a realização desta pesquisa.

Ao departamento de pós-graduação da Universidade Estadual do Paraná e aos membros da turma 9 (PPIFOR) de 2021, estudantes e professores, sou grata pelas discussões nas disciplinas do PPIFOR, pois me possibilitaram o aprofundamento do aporte teórico para a construção dessa dissertação. Além disso, às professoras Neide Fávoro e Fernanda Arruda pelas correções e sugestões que enriqueceram e aperfeiçoaram o meu trabalho.

A Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) pelo acesso à Comunidade Acadêmica Federada (CAFe), por meio de e-mail institucional.

Ao meu companheiro de vida, Julio Barbieri, que acompanhou e apoiou diariamente esta caminhada.

Problematizing the role of the sciences in society and appraising their political role vis-à-vis the neoliberal agenda, invites further philosophical considerations. The arts bring to the fore not only what is missing in the STEM curriculum but the cultural choices that have been made since the start of the modern period.

Problematizar o papel das ciências na sociedade e avaliar seu papel político frente à agenda neoliberal convida a novas considerações filosóficas. As artes trazem à tona não apenas o que está faltando no currículo STEM, mas as escolhas culturais que foram feitas desde o início do período moderno.

(COLUCCI-GRAY *et al.*, 2019, p. 8, tradução própria).

FURTADO, Mariana Kosiba. **O estado da arte da educação STEAM por meio do bibliometrix**. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Universidade Estadual do Paraná – Campus de Paranavaí. Orientadora: Shalimar Calegari Zanatta. Paranavaí, 2022.

RESUMO

A Educação STEAM, originária dos Estados Unidos da América, visa um ensino interdisciplinar que integre os conteúdos das ciências, tecnologia, engenharia, matemática e artes. Ao se tratar de uma discussão com bastante visibilidade pelo mundo, recebeu diferentes significados e releituras sem que houvesse um consenso, assim, a variedade de definições no campo da educação é dependente do contexto social, econômico e das perspectivas de quem a implementa. Atualmente, a Educação STEAM já é uma realidade no Brasil, sob diversas formas, sendo comumente denominada na literatura como abordagem ou metodologia STEAM. Esta pesquisa é relevante para compreender a produção acadêmica sobre a Educação STEAM em todo o mundo. O objetivo principal desta dissertação é de demonstrar o conhecimento global da Educação STEAM na base de dados *Scopus*. Desse modo, a metodologia de pesquisa fundamentou-se na revisão bibliográfica com base na bibliometria, que permitiu inferir informações quantitativas e qualitativas, com o auxílio da ferramenta Bibliometrix. Em síntese, a análise bibliométrica, revelou que as pesquisas sobre a Educação STEAM têm crescido exponencialmente nos últimos anos. Algumas abreviaturas foram descobertas na análise, como o sTEAM (metodologia dos anos 2000 envolvendo grupo, comunicação e cooperação no ambiente virtual) e o i-STEAM (mesma ideia de integração entre as áreas STEAM). Em paralelo, a inclusão da letra “A” no acrônimo STEM ainda é motivo de discussão atualmente, às vezes para atribuí-la à educação artística, às vezes para direcionar as ciências humanas. As pesquisas apontam que a perspectiva ideal para a Educação STEAM é uma transição para o campo transdisciplinar, de forma que os dois lados de STEM+A sejam considerados.

Palavras-chave: STEAM; STEM; Educação STEM; CAFe; Análise bibliométrica.

FURTADO, Mariana Kosiba. **State-of-the-art of STEAM education through bibliometrix**. 118 f. Dissertation (Master in Teaching) – Universidade Estadual do Paraná - campus de Paranavaí. Supervisor: Shalimar Calegari Zanatta. Paranavaí, 2023.

ABSTRACT

STEAM Education, originally from the United States of America, aims at an interdisciplinary teaching that integrates the contents of science, technology, engineering, mathematics and arts. Due to the high visibility of the STEAM education, it received different meanings and reinterpretations without reaching a consensus. Therefore, the variety of definitions in the field of education is dependent on the social and economic context and the perspectives of those who implement them. STEAM Education is already a reality in Brazil, in different forms. In the Brazilian academic literature, it is commonly referred to as the STEAM approach or methodology. This research is relevant to understanding the academic production on STEAM Education around the world. The research aims to establish a vision of the global knowledge of STEAM Education and its terminological variations. The research methodology is based on the bibliographic review supported by bibliometrics, which allows inferring quantitative and qualitative information through the Bibliometrix tool. In this way, it was possible to analyze numerous information contained in the Scopus database. In summary, the bibliometric analysis reveals that research on STEAM Education has grown exponentially recently. Some abbreviations were discovered in the analysis, such as sTEAM (2000s methodology involving group, communication, and cooperation in the virtual environment) and i-STEAM (same idea of integration between STEAM areas). In parallel, the inclusion of the letter “A” in the acronym STEM is still a matter of discussion today, sometimes to attribute it to artistic education, sometimes to direct the human sciences. Research points out that the ideal perspective for STEAM Education is a transition to the transdisciplinary field, so that both sides of STEM+A are considered.

Keywords: STEAM; STEM; STEM education; CAFE; Bibliometric analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Uma linha do tempo da agenda política STEM até a Educação STEAM..	21
Figura 2 - Alguns campos que a Educação STEM pode aparecer	26
Figura 3 - Esquema que simboliza por meio de uma pirâmide a Educação STEAM.	29
Figura 4 - Interface do <i>Biblioshiny</i> para o Bibliometrix	49
Figura 5 - Etapas metodológicas da investigação para a utilização da ferramenta Bibliometrix	50
Figura 6 - Exportação dos resultados da Base de Dados <i>Scopus</i> em um documento de extensão BibTex	51
Figura 7 - Representação visual do carregamento de dados no Bibliometrix	52
Figura 8 - Representação visual exemplificada da distribuição dos dados pelo Bibliometrix	52
Figura 9 - Apresentação da interface <i>Biblioshiny</i> exemplificando como os dados são exibidos.....	53
Figura 10 - Produção científica anual sobre Educação STEAM a partir do <i>Scopus</i> ..	56
Figura 11 - Diagrama de três campos das relações existentes entre referência, autores e palavras-chave entre 2000:2007 no <i>Scopus</i>	59
Figura 12 - Mapeamento de rede de coocorrência das 30 palavras-chave mais utilizadas pelos autores entre 2000 e 2007 na pesquisa sobre Educação STEAM no <i>Scopus</i>	60
Figura 13 - Diagrama de três campos das relações existentes entre referência, autores e palavras-chave em 2004 no <i>Scopus</i>	61
Figura 14 - Diagrama de três campos das relações existentes entre referência, autores e palavras-chave de 2008:2022 no <i>Scopus</i>	62
Figura 15 - Diagrama do agrupamento das palavras-chave combinadas para identificar a evolução temática das publicações entre os anos de 2009:2022 da Educação STEAM no <i>Scopus</i>	64
Figura 16 - Recorte do mapeamento do agrupamento das palavras-chave combinadas para identificar a evolução temática das publicações entre os anos de 1872:2008 das publicações do <i>Scopus</i>	65
Figura 17 - Nuvem com as 50 palavras-chave mais frequentes dos autores nas publicações sobre Educação STEAM no <i>Scopus</i>	66

Figura 18 - Rede de coocorrência das 50 palavras-chave mais utilizadas pelos autores nas publicações de Educação STEAM a partir do <i>Scopus</i>	67
Figura 19 - Linha do tempo das palavras-chave das publicações da Educação STEAM no <i>Scopus</i> até o ano de 2022	68
Figura 20 - A tendência de pesquisa anual nos tópicos em alta do termo “STEAM education” nas publicações do <i>Scopus</i> até o ano de 2022.....	69
Figura 21 - Gráfico referente as áreas temáticas das publicações da Educação STEAM a partir do <i>Scopus</i>	70
Figura 22 - Rede de coocitação de autores da Educação STEAM na base de dados <i>Scopus</i>	80
Figura 23 - Gráfico comparativo da produção de pesquisas sobre Educação STEAM entre os EUA e a China a partir do <i>Scopus</i> no ano de 2022	87
Figura 24 - Distribuição dos países mais produtivos ao nível mundial.....	88
Figura 25 - Produção sobre Educação STEAM dos países por ano a partir do <i>Scopus</i>	89
Figura 26 - Rede de colaboração acadêmica sobre a Educação STEAM entre países	90
Figura 27 - Diagrama de três campos das relações existentes entre país, palavras-chave e instituições no <i>Scopus</i> sobre Educação STEAM até o ano de 2022	92
Figura 28 - Documentos por patrocinador de financiamento	94

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais termos e seus significados encontrados na pesquisa sobre a Educação STEAM.....	20
Quadro 2 - Competências gerais prioritárias do projeto integrador STEAM presente no PNLD de 2021	31
Quadro 3 - Distribuição dos resultados sobre Educação STEAM a partir do <i>Scopus</i>	55
Quadro 4 - As tendências de pesquisas sobre o movimento STEAM nas principais instituições no <i>Scopus</i>	93
Quadro 5 - Fontes de maior relevância dos documentos no <i>Scopus</i>	96

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Os Estados com maior quantidade de professores participantes do TechCamp	33
Tabela 2 - Funções disponíveis no Bibliometrix por níveis diferentes e métricas	49
Tabela 3 – Funções disponíveis no Bibliometrix em nível estrutural de técnicas estatísticas e bibliométricas	49
Tabela 4 - Crescimento anual de publicações relacionadas à Educação STEAM....	57
Tabela 5 - Frequência de repetição de palavras-chave entre 2000:2007 a partir do <i>Scopus</i>	58
Tabela 6 - Frequência de repetição de palavras-chave em 2004 no <i>Scopus</i>	61
Tabela 7 - Frequência de repetição de palavras-chave entre 2008:2022 a partir do <i>Scopus</i>	63
Tabela 8 - As 10 palavras-chave mais frequentes dos autores nas publicações da Educação STEAM no <i>Scopus</i>	66
Tabela 9 - As principais áreas temáticas das publicações de Educação STEAM por quantidade de documentos no <i>Scopus</i>	71
Tabela 10 - Os 10 autores mais citados nas publicações da área das Ciências Sociais no <i>Scopus</i>	72
Tabela 11 - Título e tipo de documento dos 10 autores da área das Ciências Sociais no <i>Scopus</i>	72
Tabela 12 - Os 10 autores de maior impacto do mundo sobre as publicações da busca pela Educação STEAM no <i>Scopus</i>	81
Tabela 13 - Título e tipo de documento dos 10 autores mais citados no mundo nas publicações sobre Educação STEAM no <i>Scopus</i>	81
Tabela 14 - Autores das referências mais citadas nas publicações sobre Educação STEAM no <i>Scopus</i>	84
Tabela 15 - Título e tipo de documento das referências mais citadas nas publicações sobre Educação STEAM no <i>Scopus</i>	84
Tabela 16 - Perfil dos 10 países que mais publicaram sobre a Educação STEAM a partir do <i>Scopus</i>	86
Tabela 17 - Países mais citados nas publicações de Educação STEAM na base de dados <i>Scopus</i> até o ano de 2022.....	88

Tabela 18 - Ranking de universidades por quantia de aparições em artigos da Educação STEAM no <i>Scopus</i>	91
Tabela 19 - As dez revistas mais citadas na lista de referências a partir do <i>Scopus</i> até o ano 2022.....	94

LISTA DE ABREVIATURAS E ACRÔNIMOS

ABP	Aprendizagem Baseada em Projetos
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
C&T	Ciência e Tecnologia
CAFe	Comunidade Acadêmica Federada
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CH&SA	Ciências Humanas e Sociais Aplicadas
CN&T	Ciências da Natureza e suas Tecnologias
CNE	Conselho Nacional de Educação
CNI	Confederação Nacional da Indústria
Covid-19	<i>Coronavirus Disease 2019</i>
CTEM	Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
DOI	<i>Digital Object Identifier</i> (Identificador de Objeto Digital)
EUA	Estados Unidos da América
IEA	Associação Internacional de Avaliação do Desempenho do Rendimento Escolar
ISBN	<i>International Standard Book Number</i>
ISHSs	Escolas Secundárias Inclusivas STEM
ISSN	<i>International Standard Serial Numbers</i>
i-STEAM	Educação STEAM integrada
i-STEM	Educação STEM integrada
L&T	Linguagens e suas Tecnologias
LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
LSI-TEC	Laboratório de Sistemas Integráveis Tecnológico
M&T	Matemática e suas Tecnologias
NSF	<i>National Science Foundation</i>
OCDE	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico

PBL	<i>Project-Based Learning</i>
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PDF	<i>Portable Document Format</i> (Formato de Documento Portátil)
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Alunos
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
Poli-USP	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
PPIFOR	Programa de Pós-Graduação Mestrado Ensino em Formação Docente Interdisciplinar
RA	Realidade Aumentada
RExLab	Laboratório de Experimentação Remota
Rio+20	Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável
S.T.E.M	Áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática compreendidas isoladamente.
S.T.E.A.M	Áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática compreendidas isoladamente.
SCALE	<i>STEAM Classroom Assessment of Learning Experiences</i>
SENAC	Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial
SENAI	Sistema Nacional de Aprendizagem Industrial
SMET	<i>Science, Mathematics, Engineering and Technology</i>
STEAM	<i>Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics</i>
sTEAM	<i>Structuring information in a team</i>
STEM	<i>Science, Technology, Engineering and Mathematics</i>
STEM+A	Áreas de ciências, tecnologia, engenharia e matemática adicional artes.
STEMTEC	<i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics Teacher Education Collaborative</i>
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
UE	União Europeia
UEPS	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa
UFRJ	Universidade do Rio de Janeiro
UnB	Universidade de Brasília

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
2.1	ETIMOLOGIA E ANCORAGEM ORIGINÁRIA DA EDUCAÇÃO STEAM.....	21
2.1.1	A Educação STEAM no Brasil	30
2.2	A INFLUÊNCIA DAS INSTITUIÇÕES INTERNACIONAIS NAS POLÍTICAS PÚBLICAS EDUCACIONAIS NO BRASIL	37
3	PERCURSO METODOLÓGICO	47
3.1	A ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA	47
4	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	55
4.1	UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA EDUCAÇÃO STEAM MUNDIAL	55
4.1.1	Produção científica	56
4.1.1.1	Análise das publicações	58
4.1.2	Palavras-chave das publicações sobre Educação STEAM.....	63
4.1.3	Documentos por áreas temáticas	70
4.1.3.1	Análise dos artigos referentes à Educação STEAM da área das Ciências Sociais no <i>Scopus</i>	73
4.1.4	Autores de maior impacto.....	79
4.1.4.1	Análise dos artigos referentes à Educação STEAM dos autores de maior impacto no <i>Scopus</i>	82
4.1.5	Países de maior produção e citação.....	86
4.1.6	Universidades, financiamento, periódicos e fontes	91
4.2	DISCUSSÕES FINAIS DA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA	97
5	CONCLUSÃO	100
	REFERÊNCIAS	103

1 INTRODUÇÃO

A Educação STEM (*Science, Technology, Engineering e Mathematics*) nasceu nos Estados Unidos da América (EUA) na década de 1990 como uma proposta de ensino que atenderia às necessidades da sociedade moderna. Posteriormente, percebeu-se que a arte deveria ser incluída (STEM+A), para valorizar a criatividade como um viés formativo.

Os objetivos atuais da Educação STEAM, acrônimo para *Science, Technology, Engineering, Arts e Mathematics* (STEAM), são formar um indivíduo preparado para as demandas do século XXI, voltado para o desenvolvimento científico e tecnológico como premissa do desenvolvimento econômico, utilizando a criatividade como um ponto fundamental para o estímulo à inovação (BLACKLEY; HOWELL, 2015; CATTERALL, 2017).

Observe que o desenvolvimento econômico é um elemento fundamental para compreender a Educação STEAM em sua totalidade, uma vez que ela é a resposta do governo norte-americano para não perder seu espaço de liderança econômico global. Assim, altos investimentos foram direcionados para as pesquisas, capacitação docente e reformulação da logística educacional, todos com o propósito de atender os objetivos da Educação STEAM (SANDERS, 2009).

A Educação STEAM, como concebida hoje mundialmente, orienta-se a um conhecimento integrado, holístico num sentido inverso à fragmentação do conhecimento, isto é, a integração do conhecimento é gerada por meio das conexões entre as ciências naturais, as ciências humanas e as ciências sociais (YAKMAN, 2008).

Desse modo, a Educação STEAM engloba diversas dimensões do processo de ensino e aprendizagem, como currículo, avaliação, processos metodológicos e políticas públicas, porém, é importante ressaltar que não foi idealizada por pesquisadores da educação (BLACKLEY; HOWELL, 2015; BYBEE, 2010; PUGLIESE, 2017).

Por se tratar de uma discussão com bastante visibilidade pelo mundo, a Educação STEAM tem sido utilizada em diferentes contextos educacionais, com diferentes objetivos de aprendizagens.

A Educação STEAM já está presente no Brasil por diversas frentes, tendo diferentes denominações. Ao contrário dos Estados Unidos, que aplicaram uma grande quantia na Educação STEAM, o Brasil, sem verbas, qualificando professores ou modificando a organização das salas de aula, se adaptou como uma iniciativa particular do professor ou da escola. Devido a isso, alguns autores a denominam de abordagem STEAM ou metodologia STEAM, referindo-se a uma atividade individual que se realiza na sala de aula (ACHERMANN, 2022).

A Educação STEM, tal como iniciada nos Estados Unidos, recebeu diferentes interpretações e reinterpretções sem haver um consenso (SANDERS, 2012). Além disso, as várias classificações no campo da educação são influenciadas pelo contexto social, econômico e pelas perspectivas dos envolvidos (RAZI; ZHOU, 2022).

O problema crucial é o uso variado dos acrônimos e as interpretações do STEAM. Esta pesquisa é justificada pela necessidade de compreender a produção acadêmica sobre a Educação STEAM pelo mundo e suas variações terminológicas.

A motivação desta dissertação é o avanço da Educação STEAM. Algumas das inquietações que resultaram nesta dissertação são: O que é o STEM ou STEAM? É uma tendência/novidade na educação brasileira? Um modismo? Qual é a motivação e as implicações do movimento? É uma metodologia, abordagem ou mudança no currículo? Na literatura, haveriam outras denominações possíveis? Qual é a base teórica que sustenta o STEAM? Qual a dissimilaridade entre STEM, STEAM e a educação STEM?

A partir da contextualização apresentada, surge o seguinte questionamento: A análise bibliométrica pode ser usada para explorar estatisticamente a base de dados *Scopus* e extrair informações sobre a produção científica da Educação STEAM?

Dessa forma, o objetivo principal desta dissertação é de demonstrar, através da bibliometria, o conhecimento global da Educação STEAM na base de dados *Scopus*. Para atingir o objetivo geral, propõem-se os seguintes objetivos específicos:

- a) Identificar a produção científica, a evolução ao longo do tempo e o mapeamento do tema através da análise das palavras-chave e do documento completo;
- b) Identificar autores influentes, os principais países que produzem e são citados com mais frequência, analisando área temática, rede de trabalho, citações e cocitações em referências, autores e revistas;

- c) Identificar as maiores fontes de relevância, sejam universidades, financiamentos ou periódicos, conforme a colaboração entre instituições, autores e revistas.

Após esta introdução, apresentarei o referencial bibliográfico, composto por um conjunto da literatura vigente, e que mostra como a Educação STEAM repercute pelo mundo, suas relações com o ensino e a aprendizagem, além da articulação das relações econômicas com as políticas públicas educacionais. Dessa maneira, discute-se o impacto das organizações internacionais não somente na Educação STEAM, como também nas diretrizes educacionais no Brasil. Na sequência, descrevo o percurso metodológico que me conduziu aos resultados. Em seguida, faço uma análise dos resultados bibliométricos obtidos, terminando com um capítulo de conclusão. As referências estão no final do documento.

Conforme demonstrado acima, a originalidade desta dissertação está em apresentar o estado da arte, ampliando o contexto e o escopo temporal da Educação STEAM.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta uma revisão bibliográfica, que caracteriza o arcabouço teórico no qual se sustenta esta dissertação. Para melhor compreensão de nossas discussões, apresentamos uma revisão sobre o estado da arte com (i) a evolução do termo *STEM* para *STEAM*, (ii) a influência das instituições internacionais nas políticas públicas educacionais e (iii) o desafio de adotar a educação *STEAM* no Brasil.

Compreendendo a linha temática da pesquisa e os conceitos apresentados, neste trabalho adotaremos a Educação *STEAM* como nomenclatura referente a qualquer contexto de aplicação que envolve este paradigma educacional. Além disso, utilizaremos o termo Educação *STEAM* de forma genérica, porém respeitando os termos utilizados pelos autores referenciados.

A seguir, o Quadro 1 mostra alguns dos termos mais utilizados na literatura acadêmica.

Quadro 1 - Principais termos e seus significados encontrados na pesquisa sobre a Educação *STEAM*

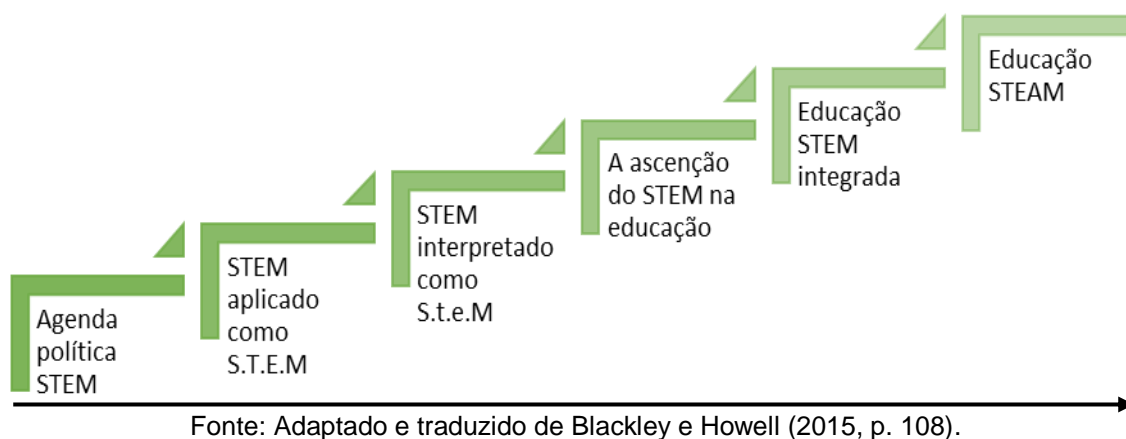
Sigla	Significado
S.T.E.M	Áreas de ciências, tecnologia, engenharia e matemática compreendidas isoladamente.
STEM	Áreas de ciências, tecnologia, engenharia e matemática integradas.
Educação STEM	STEM no campo da educação
STEM <i>Literacy</i>	Alfabetização em STEM
i-STEM	Educação STEM integrada
STEM+A	Áreas de ciências, tecnologia, engenharia e matemática adicional artes.
STEAM	Áreas de ciências, tecnologia, engenharia, artes e matemática integradas.
S.T.E.A.M	Áreas de ciências, tecnologia, engenharia, artes e matemática compreendidas isoladamente.
Educação STEAM	STEAM no campo da educação
i-STEAM	Educação STEAM integrada
CTEM	Áreas de ciências, tecnologia, engenharia e matemática na língua portuguesa;

Fonte: A autora (2023).

A Figura 1 mostra o percurso temporal até o termo que conhecemos atualmente da Educação *STEAM*, na qual, nessa imagem, é possível identificar a inclusão da categoria “educação” na metade do percurso, ou seja, quando é realmente inserida

no espaço escolar, e ao fim da linha, a qual acrescenta, a princípio, a Arte como área de conhecimento relevante ao movimento.

Figura 1 - Uma linha do tempo da agenda política STEM até a Educação STEAM



A seção 2.1 discorrerá sobre a origem do termo aqui adotado, Educação STEAM.

2.1 ETIMOLOGIA E ANCORAGEM ORIGINÁRIA DA EDUCAÇÃO STEAM

A partir de 1990, a *National Science Foundation* (NSF)¹ dos EUA começou a usar o acrônimo para *Science, Mathematics, Engineering e Technology*² (SMET) como um programa de apoio ao desenvolvimento tecnológico (BLACKLEY; HOWELL, 2015; PECKHAM, 2010; SANDERS, 2009).

Em 1997, a NSF criou o *Science, Technology, Engineering, and Mathematics Teacher Education Collaborative* (STEMTEC) maior programa de financiamento, que envolveu oito Faculdades e Universidades da região nordeste dos EUA, que objetivou melhorar o ensino em ciências e matemática com foco na formação de professores e na aprendizagem ativa do aluno (SIRECI *et al.*, 2001; STERNHEIM, 2017).

No campo da pesquisa em educação, o acrônimo STEM foi usado pela primeira vez em 2001 pela diretora da divisão de educação e recursos humanos da NSF Judith A. Ramaley (BREINER *et al.*, 2012; KASTRITI *et al.*, 2022). Assim, o STEM é usado com uma marca para descrever a integração de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática no currículo educacional.

¹ A NSF é uma agência governamental independente dos EUA. Auxilia e financia pesquisas para as áreas da ciência e da engenharia (NSF, 2023).

² Tradução: Ciências, Matemática, Engenharia e Tecnologia.

Nesse sentido, o governo dos EUA, motivado em se manter em liderança global, em especial, no que diz respeito às tecnologias e às descobertas científicas, investe bilhões de dólares em programas educacionais que se intitulavam STEM (BLACKLEY; HOWELL, 2015; PECKHAM, 2010), como também, promoveu medidas para redução das dívidas de empréstimos estudantis para os estudantes que se formaram nessas áreas e lecionaram por pelo menos cinco anos em uma escola com baixos índices de desenvolvimento (MISSISSIPPI COLLEGE, 2017).

Em 2011, o Presidente Barack Obama, implementou o programa *STEM for All*³ com o intuito de promover o acesso e o envolvimento dos alunos em experiências de aprendizagem STEM, além de expandir a educação STEM e as oportunidades de emprego para todos os alunos. Nesse sentido, a iniciativa está alinhada com as necessidades do mercado e mostra preocupações com a formação de cidadãos com competências e habilidades para as demandas do século XXI (HOEG; BENCZE, 2017; OBAMA, 2009).

O apoio financeiro alavancou o que Sanders (2009) denomina como “STEMmania”: “O financiamento começou a fluir para todas as coisas STEM, e a STEMmania se estabeleceu” (SANDERS, 2009, p. 20, tradução própria)⁴. A popularidade e o sucesso do termo são acompanhados por vários programas que acompanham kits, livros, robôs, entre outros (CATTERALL, 2017).

Assim, o STEM ganha notoriedade global, resultando no envolvimento de Instituições como a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), o Banco Mundial, a Organização das Nações Unidas para a Ciência, Educação e Cultura (UNESCO), a União Europeia (UE) e a Associação Internacional de Avaliação do Desempenho Educacional do Rendimento Escolar (IEA) (BLACKLEY; HOWELL, 2015).

Em consequência, a corrida pela competitividade tecnológica e econômica do século XXI fez com que o movimento STEM se expandisse para diversos países. A China adotou rapidamente a Educação STEM, como apontado pela Catterall (2017):

Na China, eles estão aproveitando todo o conhecimento que podem sobre a educação STEAM porque acreditam que isso permitirá que os rótulos do futuro digam “inventado na China” em vez de “feito na China”. É uma

³ Tradução: “STEM para todos”. Esse é um programa pertencente à campanha do Presidente Barack Obama. Site oficial: <https://obamawhitehouse.archives.gov/blog/2016/02/11/stem-all>

⁴ No original: “Funding began to flow toward all things STEM, and STEMmania set in.”

vantagem para o país ter seus habitantes instruídos com o programa STEAM! (CATTERALL, 2017, p. 4, tradução própria).⁵

No Reino Unido, também não difere, em 2006 o governo se compromete no desenvolvimento do capital humano, utilizando o STEM como ferramenta para melhorar seus serviços e para as carreiras nas indústrias, investindo assim na ciência e inovação para atingir esse objetivo (BLACKLEY; HOWELL, 2015, p. 102).

Nos EUA, como apontam Means *et al.* (2017) há uma explosão de mudança curricular nas escolas normais, principalmente nos Estados do Texas, Ohio, Carolina do Norte, Arkansas, Tennessee, Arizona e Washington. As chamadas Escolas Secundárias Inclusivas STEM (ISHSs), ou escolas STEM, atualmente apresentam um maior desempenho dos alunos em ciências quando comparadas às escolas normais (MEANS *et al.*, 2017).

Knezek *et al.* (2013) identificaram nos estudantes não apenas ganhos nas suas percepções, na criatividade, como também no conhecimento de conteúdo, além do aumento da motivação nas carreiras das áreas STEM. Constatou-se também um aumento do interesse pela tecnologia e pela matemática e tais interesses e motivações foram mais pronunciados nas estudantes femininas que nos estudantes masculinos.

Porém, com a rápida incorporação do STEM nas escolas dos EUA, surgem alguns riscos inerentes à sua expansão: falta de recursos para o desenvolvimento profissional até o mercado crescente de kits e livros de atividades prontas que não levam aos objetivos originais de aprendizagem STEM. Sendo assim, o STEM não está sendo adotado realmente, seja por falta de preparo profissional, seja pela falta de equidade do acesso à educação pelos alunos e professores (CATTERALL, 2017).

Nesse contexto, Catterall (2017) aponta a dificuldade dos professores do ensino infantil dos EUA de incluir a área da engenharia em relação às demais áreas, visto que, em sua maioria, são profissionais da área de artes.

Do mesmo modo, a Austrália adota a Educação STEM, mas reconhece a dificuldade em estabelecê-la. Blackley e Howell (2015) avaliam as principais dificuldades:

⁵ No original: “China, they are grasping all the expertise they can concerning STEAM education because they believe it will allow the labels of the future to say ‘invented in China’ rather than ‘made in China’. It’s a cash cow, having your citizenry trained via STEAM!”

1. Os professores não estavam preparados para incluir conceitos de engenharia e tecnologia;
2. Ocorreram diferentes interpretações do que é “tecnologia”;
3. Os professores do ensino infantil têm a alfabetização como prioridade;
4. Há escassez de professores;
5. Profissionais substitutos não preparados em profundidade.

Devido às dificuldades de se estabelecer a Educação STEM, Blackley e Howell (2015) apontam a aplicação do S.T.E.M., ou seja, as atividades ou projetos em sala de aula, que continuam isoladas por área do conhecimento.

Ainda que, para alguns pesquisadores, a abreviação STEM indique a coexistência das áreas para além da abreviação S.T.E.M., essa interação não é fácil de ser realizada. Como ressalta Sanders (2009):

Por um século, a educação em ciência, tecnologia, engenharia e matemática estabeleceram e defenderam firmemente seus territórios soberanos. Será preciso muito mais do que uma palavra de quatro letras para reuni-los (SANDERS, 2009, p. 21, tradução própria).⁶

Como visto, as primeiras crises do movimento surgem, portanto, da não compreensão do significado de STEM, uma vez que a agenda política STEM requisitava um aumento do número de retenção e de profissionais em engenharia e tecnologia. No entanto, as escolas e professores focaram nas áreas de ciências e matemática (BLACKLEY; HOWELL, 2015).

Para transformar o STEM em um método/abordagem viável nas escolas, subverte-se sua conjectura inicial para as lentes da pedagogia, posto que o STEM continuará sendo uma prioridade política (BLACKLEY; HOWELL, 2015).

Isso pode ter sido motivado por uma série de razões: uma tentativa de compreender em que o interesse ou impulso por trás do STEM pode realmente se basear, ou uma tentativa de desenvolver uma abordagem viável para a implementação do STEM em resposta ao impulso implacável do governo (BLACKLEY; HOWELL, 2015, p. 107, tradução própria).⁷

⁶ No original: “For a century, science, technology, engineering, and mathematics education have established and steadfastly defended their sovereign territories. It will take a lot more than a four-letter word to bring them together”.

⁷ No original: “This may have been motivated by a number of reasons: an attempt to comprehend upon what the interest or push behind STEM might actually be based or an attempt to develop a viable approach for STEM implementation in response to the unrelenting push from government.”

Com isso, Sanders (2009) define o STEM na educação como uma entidade coesa de todas as disciplinas da área STEM, cujo ensino é integrado e coordenado por meio da resolução de problemas reais. Por fim, o autor aponta a educação STEM como um método de ensino interdisciplinar que integra as quatro áreas em suas particularidades, habilidades e crenças de cada disciplina.

Watson e Watson (2013) analisam que o STEM vem para romper o sistema educacional tradicional quando incorpora as disciplinas em uma Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), ou *Project-Based Learning* (PBL), fornecendo ferramenta para a resolução de problemas, com desafios, em simulações e na construção de produtos, com o intuito de motivar e reforçar a aprendizagem dos alunos nas áreas das ciências.

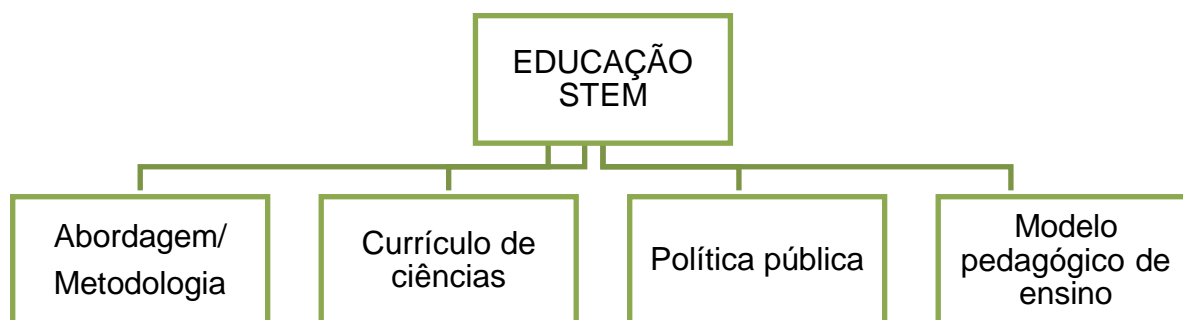
Martín-Páez *et al.* (2019) apontam a Educação STEM como um método de ensino interdisciplinar que integra as quatro áreas em suas particularidades, habilidades e crenças de cada uma. O estudante, ao identificar e compreender as conexões que existem entre os conteúdos, assimilando a interdisciplinaridade⁸ será alfabetizado em STEM. Em consequência, ao final do projeto o aluno desenvolve a habilidade de desemaranhar essa rede de conhecimentos. Logo, o estudante adquire uma compreensão mais ampliada de como o mundo funciona por meio dessas quatro áreas, estando apto para buscar soluções para melhoria das condições nas esferas social, econômica e ambiental da sociedade.

Como pode ser observado, o STEM pode ser entendido como um meio para utilizar uma abordagem/metodologia de caráter investigativo, no qual a aprendizagem ocorre quando os alunos resolvem problemas reais, em busca de uma inovação.

Pugliese (2017) investigou as possíveis interpretações dadas ao movimento STEM. Seus resultados indicam ao menos quatro dimensões, como representado na Figura 2.

⁸ A interdisciplinaridade é o encontro das disciplinas, como um caminho contrário à fragmentação, que se dá pela prática pedagógica (SILVA; CUSATI; GUERRA, 2018) A integração ocorre ao unir, de forma harmônica, áreas distintas como as ciências humanas, como a história, sociologia e geografia, com as ciências naturais, como as ciências, matemática, biologia e física.

Figura 2 - Alguns campos que a Educação STEM pode aparecer



Fonte: Adaptado de Pugliese (2017, p. 52).

A dimensão mais conhecida da Educação STEM é como um método ou abordagem de ensino, manifestando-se por meio da ABP, na qual se apresenta como uma forma de ensinar ciências. Assim, pode ser notada no currículo de ciências ao receber elementos que normalmente não estão no ensino básico, como os conteúdos de programação e os conceitos da engenharia e do design (PUGLIESE, 2017).

Na dimensão do modelo pedagógico de ensino, o STEM se diferencia do modelo de ensino tradicional ao incorporar as disciplinas em um projeto ou disciplina em comum. As metodologias que fundamentam essa perspectiva têm como orientação o construtivismo, as metodologias ativas e o conhecimento cognitivo das ciências (PUGLIESE, 2017).

A política pública deve promover um conjunto de ações para favorecer a formação profissional para as áreas STEM. Além disso, estas ações podem modificar as dimensões expostas anteriormente, como o campo do currículo e da metodologia. É de competência, também da política pública, fomentar as ações que buscam a igualdade social e de gênero nas áreas científicas (PUGLIESE, 2017).

Nesse sentido, pesquisas nos EUA mostram que estudantes sub-representados de escolas STEM, hispânicos e meninas expressaram maior interesse na área das ciências, tecnologia e matemática comparado às escolas normais. Além disso, identificaram não apenas ganhos nas suas percepções, na criatividade, como também no conhecimento, além do aumento da motivação nas carreiras das áreas STEM (KNEZEK *et al.*, 2013; MEANS *et al.*, 2017).

Como demonstrado, o movimento STEM tem as suas particularidades, que influenciam os programas educacionais em todo o mundo. Dessa forma, surgiram algumas opiniões críticas ao conceito de Educação STEM, ou seja, “[...] embora o

termo ‘Educação STEM’ tenha se desgastado nos Estados Unidos, nunca houve acordo quanto ao seu significado.” (SANDERS, 2012, p. 1, tradução própria).⁹

O movimento STEM é uma ruptura do ensino tradicional que incorpora as disciplinas em uma aprendizagem focada em projetos e da interdisciplinaridade, mas provém de investimentos para uma agenda política de superação de crise econômica, intensificando programas em Ciência e Tecnologia (C&T), desconsiderando os aspectos interdisciplinares do conhecimento (RAZI; ZHOU, 2022).

Nesse sentido, para Sanders (2009), o STEM se tornou um obstáculo para a área de tecnologia educacional nos EUA, por isso redefiniu o termo para ‘Educação STEM integrada’¹⁰ (i-STEM). É nesse momento que a trajetória do STEM alcança formalmente uma abordagem pedagógica ao ser conceitualizada por pesquisadores da educação, onde se considera as aplicações STEM e do mundo real.

O propósito do i-STEM é de oportunizar uma abordagem investigativa que direciona o ensino e aprendizagem das disciplinas de S.T.E.M com ênfase para tecnologia, design e engenharia. Compreende, também, a inclusão de outras disciplinas como línguas, estudos sociais e artes (RAZI; ZHOU, 2022).

Nossa noção de educação STEM integrativa inclui abordagens que exploram o ensino e a aprendizagem entre duas ou mais áreas de disciplinas STEM e/ou entre uma disciplina STEM e uma ou mais outras disciplinas escolares. Assim como o esforço tecnológico, por exemplo, não pode ser separado dos contextos sociais e estéticos, tampouco o estudo da tecnologia deve ser desconectado do estudo dos estudos sociais, artes e humanidades. Nossos educadores, administradores e educadores elementares STEM integrativos para explorar e implementar alternativas integrativas à educação STEM tradicional e desconectada (SANDERS, 2009, p. 21, tradução própria).¹¹

Além disso, do mesmo modo, o i-STEM está ancorado no construtivismo, de filosofia cognitivista¹², isto é, a aprendizagem é centrada no aluno e se dá por meio da apropriação do conhecimento. No construtivismo, o processo de aprendizagem é

⁹ No original: “*Though the term ‘STEM Education’ has been worn out in the United States, there has never been agreement regarding its meaning.*”

¹⁰ No original: “*Integrative STEM Education.*”

¹¹ No original: “*Our notion of integrative STEM education includes approaches that explore teaching and learning between/among any two or more of the STEM subject areas, and/or between a STEM subject and one or more other school subjects. Just as technological endeavor, for example, cannot be separated from social and aesthetic contexts; neither should the study of technology be disconnected from the study of social studies, arts, and humanities. Our Integrative STEM educators, administrators, and elementary educators to explore and implement integrative alternatives to traditional, disconnected STEM education.*”

¹² “O construtivismo é uma posição filosófica cognitivista interpretacionista. Cognitivista porque se ocupa da cognição, de como o indivíduo conhece, de como ele constrói sua estrutura cognitiva. Interpretacionista porque supõe que os eventos e objetos do universo são interpretados pelo sujeito cognoscente. O ser humano tem a capacidade criativa de interpretar e representar o mundo, não somente de responder a ele” (MOREIRA, 2019, p. 15).

proveniente da construção do conhecimento e não é construção de um conhecimento novo, mas sim a construção da personalidade do educando pela cognição (PARO, 2018).

Essa breve contextualização nos auxilia a compreender as lacunas sobre como o movimento STEM conquista um campo pedagógico e se encontra na educação. Em contrapartida, indaga-se a questão: se o STEM tem como propósito ser interdisciplinar, por que ignorar as ciências humanas e sociais?

Visto isso, a ação educativa não se restringe à transmissão de conhecimento, pois, assim, deixaria a população privada do acesso à cultura. Tal compreensão requer uma perspectiva humanística de alfabetização científica para a educação STEM.

Nesse íterim, a inclusão da letra “A” ao acrônimo surge a partir das discussões da Mesa Redonda *Americans for the Arts-National Policy* em 2007 (PERIGNAT; KATZ-BUONINCONTRO, 2019).

Desse modo, Yakman¹³ (2008), explica que a Educação STEAM é um meio pelo qual a ciência e tecnologia são compreendidas utilizando recursos da engenharia e das artes baseadas em elementos matemáticos. Para Boy (2013), a inclusão dessa área ao acrônimo “STEM”, indica a necessidade de incluir a criatividade e a inovação, proporcionada pela arte.

Por outro lado, o acréscimo das artes ao acrônimo deve representar as áreas das ciências humanas e sociais, pois “[...] as artes incluem áreas como, por exemplo, sociologia, psicologia, história, belas-artes, filosofia e, ironicamente, educação” (ZEIDLER, 2016, p. 17, tradução própria).¹⁴

Quigley e Herro (2016) também salientam a importância da Educação STEAM para a solução de problemas urgentes por meio da inovação, criatividade, pensamento crítico, comunicação eficaz, colaboração e novos conhecimentos.

Logo, o diálogo entre as áreas STEM e Arte possibilita a conexão também das áreas desenvolvimento humano, social e econômico, servindo assim para uma educação mais humana e sustentável. Ou seja, a arte e a imaginação possuem um

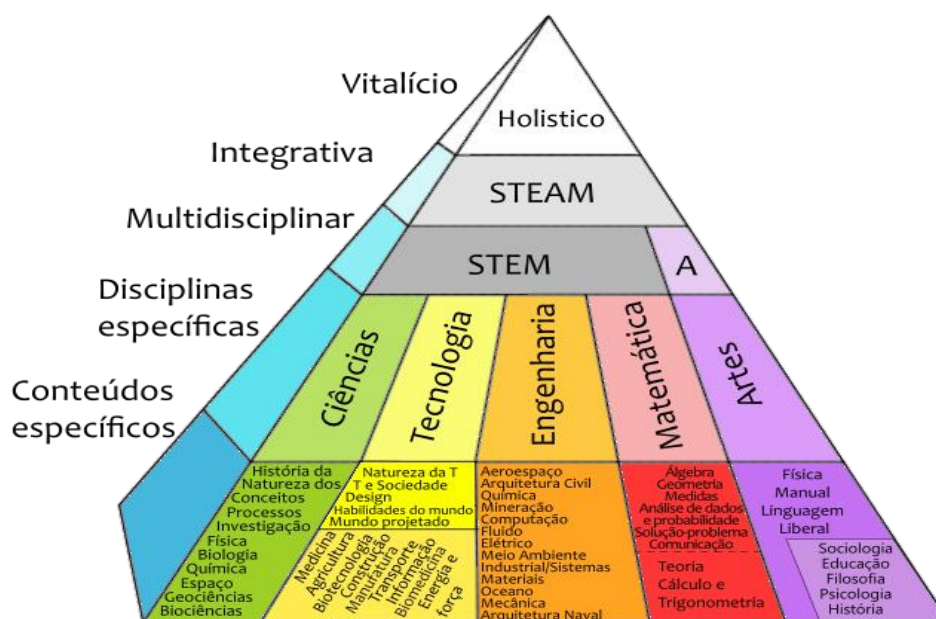
¹³ Pesquisadora da *Virginia Tech Polytechnic Institute and State University*. Segundo Razi e Zhou (2022), apesar de Yakman ser uma importante pesquisadora que formalizou o conceito de STEAM nos EUA, a mesma não obteve apoio para sua pesquisa em solo americano, mas influenciou as reformas educacionais da Coreia do Sul.

¹⁴ No original: “*The Arts include areas like, for example, sociology, psychology, history, fine arts, philosophy and, ironically, education*”.

valor importante para o desenvolvimento do conhecimento científico (COLUCCI-GRAY *et al.*, 2019).

Em síntese, o STEAM é um modelo educacional em desenvolvimento que pode ser representado pela Figura 3.

Figura 3 - Esquema que simboliza por meio de uma pirâmide a Educação STEAM



Fonte: Traduzido e adaptado de Yakman (2008, p. 17).

Observe que as conexões entre as ciências naturais com as ciências humanas formam um conhecimento vitalício. Sendo assim, a Educação STEAM é apresentada como uma prática pedagógica, na qual as disciplinas específicas das áreas de ciências, tecnologias, engenharias, artes e matemática são estruturadas em uma proposta interdisciplinar de currículo integrado, focando na resolução de problemas e no desenvolvimento de habilidades, do pensamento crítico e da criatividade para a tomada de decisão dos futuros desafios (YAKMAN, 2008).

A intenção por trás da Educação STEAM é quebrar as barreiras entre as disciplinas e, com a ajuda da interdisciplinaridade e da transdisciplinaridade¹⁵, estimular o aluno a adquirir um conhecimento significativo¹⁶ do aluno. Assim, dada a

¹⁵ A transdisciplinaridade visa ultrapassar os limites do conhecimento das disciplinas, a partir de um tema social (SANTOS, 2008).

¹⁶ O termo "conhecimento significativo", tal como é usado na Educação STEAM, remete ao conhecimento globalizado, onde os fenômenos naturais fazem sentido porque podem ser interpretados na sua plenitude. Ainda em relação ao "conhecimento significativo" podemos dizer que é o conhecimento aplicado, transferido da sala de aula para a resolução de problemas reais.

complexidade que envolve a natureza dos problemas, colocar a Educação STEAM na prática é um desafio, para o qual os EUA têm se preparado.

2.1.1 A Educação STEAM no Brasil

A educação STEAM no Brasil é realizada em projetos pontuais, executados por professores isoladamente. Por isso, em relação a denominar a Educação STEAM no Brasil, não como uma metodologia de ensino, mas como uma abordagem pedagógica que se vincula a diferentes propostas metodológicas que acompanham uma aprendizagem ativa (ACHERMANN, 2022).

Para Pugliese (2017) a Educação STEAM, ao ser utilizada como uma abordagem, estará mais ligada ao modo de ensinar ciências. De fato, foi este resultado divulgado pela pesquisadora Achermann (2022), que fez o levantamento do estado da arte sobre a utilização de abordagens STEAM no Brasil e, de acordo com sua metodologia de busca, encontrou 48 artigos na área de ciências, 35 na matemática, 26 nas artes, 25 na programação, 23 na física e 21 na química, com ênfase nas escolas das regiões sul e sudeste do Brasil, voltadas para o ensino médio, localizando apenas um trabalho direcionado ao ensino infantil.

Podemos dizer que a Educação STEAM está se estendendo para todas as áreas do conhecimento ao redor do mundo, e a principal justificativa é a busca pelo poder econômico. A tímida divulgação e utilização no Brasil é uma questão de tempo. A Educação STEAM será adotada por aqui também e, como sempre, sem o devido respaldo político e econômico (CARVALHO, 2020, p. 36).

Abrindo um parêntese na nossa discussão, coincidentemente, os dados do Censo Escolar (2021) indicam que as regiões sudeste e sul apresentam o maior índice de alunos com acesso à internet (71% e 83,3%, respectivamente) (BRASIL, 2021). As discrepâncias entre os investimentos na educação destas regiões do Brasil são históricas e marca a desigualdade social (CARA, 2014).

Os livros didáticos, recém-chegados às escolas, incluem os Projetos Integradores e Projetos de Vida do ensino médio e mencionam a Educação STEAM com o termo 'STEAM'. O PNLD é responsável pela produção e distribuição dos livros que serão utilizados por milhões de crianças e adolescentes (TOMIO, 2011). Conforme as diretrizes do PNLD (2021), o STEAM estará presente no livro didático

por meio de um Projeto Integrador, articulando-se com os componentes curriculares de Linguagens e suas Tecnologias (L&T), Matemática e suas Tecnologias (M&T), Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CN&T), Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (CH&SA).

As atuais reformas privilegiam o desenvolvimento por competências e habilidades, assim, o Quadro 2 traz as competências gerais que são esperadas que os estudantes desenvolvam ao longo do projeto integrador STEAM.

Quadro 2 - Competências gerais prioritárias do projeto integrador STEAM presente no PNLD de 2021

Competências Gerais	Prioritário
Conhecimento	Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva (p. 41).
Pensamento científico, crítico e criativo	Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (p. 41).
Argumentação	Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta (p. 40).

Fonte: Diretrizes do PNLD (BRASIL, 2021).

Como visto, o desenvolvimento do projeto integrador contempla a inclusão de temas contemporâneos transversais que pressupõem uma perspectiva interdisciplinar, na qual os projetos são voltados para uma abordagem investigativa de problemas reais, que considera as diversas áreas do conhecimento e com o resultado como trabalho final. Como aponta Yakman (2008), isto está em acordo com os parâmetros da Educação STEAM, uma vez objetiva a resolução de problemas e o desenvolvimento de habilidades.

Nesse sentido, o aluno ao compreender como ocorre a interligação dos conceitos e definições entre as áreas do conhecimento, isto é, a interdisciplinaridade

acontecendo na prática, poderá buscar e propor soluções para o problema estudado com uma perspectiva mais ampliada de como o mundo trabalha.

Além disso, é possível destacar que o PNLD traz os conceitos da letra “A” do STEM ao incorporar os conhecimentos da história da humanidade em seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais. Desse modo, respalda o desenvolvimento de problematizações e discussões sobre as diversas questões que atinge a sociedade, principalmente no que se refere às socioambientais e de gênero. Assim, não restringindo os conhecimentos das áreas STEAM apenas para as ciências naturais e tecnologia, mas incluindo nas diretrizes às demais áreas.

Outro documento que contém a Educação STEAM é o relatório da Confederação Nacional da Indústria (CNI), intitulado “Educação STEAM insumos para a construção de uma agenda para o Brasil”, que reúne concepções semelhantes ao movimento do STEM nos EUA. Esse relatório visa iniciar a inclusão da Educação STEAM na agenda pública de educação brasileira como estratégia de desenvolvimento econômico e social (CNI, 2021).

O país tem diante de si uma oportunidade ímpar de iniciar uma agenda STEAM abrangente e com alto impacto no Ensino Médio, em função da efetivação da BNCC e da Reforma do Ensino Médio, mas particularmente por meio dos novos itinerários formativos, cujo prazo de conclusão, até o momento, é o final de 2021 (CNI, 2021, p. 72).

Nesse documento, é delineada a história e a importância do movimento STEAM nos EUA e no restante do mundo, desconsiderando várias críticas, tanto no âmbito da pedagogia, quanto na influência das decisões políticas e econômicas do país. Além disso, é apontada a necessidade da indústria em mudar a cultura pedagógica, a realizar os investimentos financeiros necessários para estimular essas mudanças nos sistemas educacionais (CNI, 2021).

Ao utilizarem dados do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA) e da OCDE, justificam a implementação de uma nova agenda educacional, “[...] como condição para o Brasil diminuir as taxas de evasão escolar, aumentar o contingente de concluintes no ensino superior e produzir uma agenda robusta de competitividade, produtividade e inovação no Brasil.” (CNI, 2021, p. 14).

Prosseguindo no âmbito dos programas de iniciativas públicas, encontra-se o “STEAM *TechCamp* Brasil”, que acontece anualmente desde 2018. O programa é uma iniciativa da Embaixada dos EUA no Brasil, em parceria com o Laboratório de

Sistemas Integráveis Tecnológico (LSI-TEC) e com o apoio da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP). Ele realiza treinamentos para os gestores escolares e professores para implementar e melhorar ações escolares de Educação STEAM nas redes públicas de educação básica do Brasil (TEHCAMP, 2020).

Entre os anos de 2018 e 2020, foram contemplados mais de 33 mil professores e mais de 500 mil dólares foram investidos no programa nestes dois anos. A Tabela 1 apresenta os Estados com maior quantidade de professores participantes do programa no ano de 2020 (TEHCAMP, 2020).

Tabela 1 - Os Estados com maior quantidade de professores participantes do TechCamp

Estado	Professores
Ceará	8000
Bahia	4622
Alagoas	4100
Tocantins	2500
Rio Grande do Norte	350
Mato Grosso	270

Fonte: Relatório 2020 do TechCamp (TEHCAMP, 2020, p. 57).

Similarmente, o curso “Líder Docente 2030” é uma iniciativa da UNESCO que faz parte do projeto “#EDUCASTEM 2030” promovido pelo Instituto Educadigital via Iniciativa Educação Aberta e a Educação STEAM aparece como Abordagem STEAM. O curso é voltado para professores da educação básica e estudantes de graduação. Nesse sentido, o curso visa o estímulo à educação transdisciplinar para meninas e mulheres em STEM, para isso aliam-se pedagógicas com foco na resolução de problemas e trabalho em equipe, para sensibilizar docentes sobre a importância de contribuir com a participação de meninas e mulheres em carreiras STEM (UNESCO, 2023).

Um exemplo de ação pontual é o projeto de extensão e pesquisa interdisciplinar “Meninas Velozes”, conduzido por professoras e pesquisadoras das engenharias, ciências sociais e humanas da Universidade de Brasília (UnB) e da *Université Paris 13* (França). O projeto ocorre por meio de oficinas pedagógicas temáticas, fundamentado em duas linhas de trabalho e de pesquisas interdependentes, a saber: educação STEAM e aspectos psicossociais, educativos e de gênero. As oficinas são compostas da conceptualização e em experimentos dos fenômenos das ciências exatas, além de proporcionar espaços de reflexão para discussões sobre os

estereótipos de gênero e de raça a fim de integrar as áreas do conhecimento em ciências exatas, sociais e humanas (ALMEIDA *et al.*, 2020).

Projetos de incentivo como de Almeida *et al.* (2020) permitem a desmitificação de crenças acerca das ciências exatas, promovendo para além do desenvolvimento cognitivo do aluno, pois também contribui nas discussões sobre a disparidade das mulheres, seja no campo acadêmico/profissional e social das áreas STEM.

Diferentemente dos EUA que investiram massivamente na Educação STEAM, no Brasil, até o momento são escassos os exemplos de colégios que adotaram este paradigma educacional. O Colégio Bandeirantes incluiu, desde 2016, a Educação STEAM por meio de uma mudança na matriz curricular para tornar o currículo do ensino médio transversal (LORENZIN *et al.*, 2018).

O Colégio Bandeirantes é uma instituição privada de ensino, que atende o ensino fundamental II e médio, localizada na região central da cidade de São Paulo. Desde sua fundação, possui a ênfase para a experimentação, com laboratórios de química, física e biologia. Com intuito de tornar o currículo do ensino médio transversal, é ofertada desde 2016 a disciplina “STEAM” (RAMUNNO, 2021).

[...] Band oferece disciplinas Complementares e Eletivas que relacionam o conhecimento formal ao cotidiano dos estudantes de uma forma não convencional. Essas atividades podem acontecer nos “espaços *maker*”, ideais para uma abordagem transdisciplinar e focada no “fazer” e na criatividade, ou, porque não, no pátio do Colégio, com experiências e vivências baseadas em situações reais. Compreender e vencer desafios são a base de um trabalho voltado a projetos — no Ensino Médio, a exemplo das melhores escolas em todo o mundo, o STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Maths*) é a base do currículo nas áreas de exatas, biológicas e artes (COLÉGIO BANDEIRANTES, 2023).

Neste caso, a Educação STEAM do colégio é apresentada como um meio organizacional do ensino baseado na Pedagogia por Projetos, na interdisciplinaridade dos conteúdos e com a aprendizagem articulada para o protagonismo dos alunos, pautados nas metodologias ativas (LORENZIN *et al.*, 2018). Segundo a autora, desde então, o processo de transformação curricular representou “uma mudança de concepção da escola em relação ao ensino de Ciências” (LORENZIN, 2019, p. 103), antes pautada na prática pedagógica tradicional com a divisão das disciplinas e agora em uma abordagem em STEAM, ocorrendo, assim, a modificação do currículo escolar.

Ainda de acordo com Lorenzin (2020), é encontrada uma dualidade de distintas concepções no colégio, ora com o foco na preparação do aluno para exames e vestibular, ora com o ensino voltado para a investigação. Vale pôr em evidência que toda a alteração do currículo escolar se encontra em um contexto de uma escola privada da cidade de São Paulo, na qual suas perspectivas, seus resultados e suas vivências diferem de uma implementação em escola pública.

Retornando nossa discussão, Coelho e Góes (2020) abordaram as possibilidades da aproximação da Modelagem Matemática com a da Educação STEAM. Com o intuito de associar a realidade do estudante com outras áreas do conhecimento, enfatiza-se a mediação do professor no desenvolvimento de modelos matemáticos e físicos para a resolução de situações-problema. Os autores também consideram o STEAM como constituinte das metodologias ativas, destacando-se os termos “protagonista na construção de seu conhecimento”, “problemas do cotidiano” e o “estudante protagonista de sua aprendizagem” (COELHO; GOES, 2020).

Com outro viés epistemológico, Carvalho *et al.* (2020) indicam que a Educação STEAM é uma abordagem pautada nos objetivos de um “[...] desenvolvimento da criatividade para aplicação do conhecimento ao desenvolvimento científico e tecnológico” (CARVALHO *et al.*, 2020, p. 7).

Nesse caso, a Educação STEAM é inserida no espaço escolar pela Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel como linha pedagógica principal. Para isso, o autor propõe a utilização de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), na qual os conceitos da engenharia e da tecnologia surgem na prototipagem mecatrônica de veículo de propulsão por hélice. Além disso, os autores indicam outros conteúdos a serem trabalhados a partir do protótipo, que vão desde Química, Física, Meio Ambiente, Artes e Matemática. Assim como, o processo de construção do protótipo e possíveis meios de avaliação (CARVALHO *et al.*, 2020).

Em direção oposta ao movimento STEAM retratado até aqui, Carvalho *et al.* (2020) evidenciam a importância da reflexão sobre o papel do professor e do aluno no processo de ensino e aprendizagem. Ao propor o STEAM como uma abordagem do processo ensino e aprendizagem, na concepção Ausubeliana, enfatizam, por meio de uma UEPS os papéis do professor e do aluno, pois “[...] nesta metodologia, o professor é o protagonista do processo de ensino e o aluno do processo de aprendizagem” (CARVALHO *et al.*, 2020, p. 7).

Ledo e Silva (2021) relatam um estudo de caso sobre a utilização da impressão 3D como ferramenta para abordagens STEAM. Neste relato, evidencia-se o uso de uma ferramenta tecnológica como facilitadora do ensino, envolvendo o conteúdo de biologia sobre citoesqueleto celular. A experiência realizada foi da construção de um modelo de citoesqueleto celular, utilizando um molde de domo geodésico e impressão 3D com alunos do ensino médio (LEDO; SILVA, 2021).

Os resultados alcançados foram o aumento do contato entre professor-aluno e do interesse dos alunos em participar da montagem do domo, que, conseqüentemente, refletiu-se em maior engajamento e comprometimento com o aprendizado de citologia, evidenciando a “mão-na-massa” como outra característica das metodologias ativas. A ação educativa é marcada pela busca de soluções pelos alunos diante das problemáticas encontradas durante a construção do objeto, demarcando um processo em que o aluno é ativo no processo da aprendizagem (LEDO; SILVA, 2021).

É importante destacar que, apesar dos autores Ledo e Silva (2021) indicarem a utilização das metodologias ativas como a aprendizagem baseada em problemas e aprendizagem baseada em projetos, denominam a Educação STEAM como o método do projeto. Além disso, associam a abordagem utilizada a uma aprendizagem significativa baseada nos conceitos de Moreira (2011), direcionando a epistemologia escolhida para a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel. Desse modo, é evidenciada a questão do emaranhado de interpretações sobre a Educação STEAM e o uso irregular dos termos.

Em síntese, esse breve contato com as pesquisas, bem como com as reflexões apresentadas, identificam o processo de articulação da Educação STEAM no Brasil e suas concepções pedagógicas. Como visto, encontramos a Educação STEAM em projetos pedagógicos que ressaltam as metodologias ativas, a cultura *maker*, a Pedagogia por Projetos e de Investigação, assim como de metodologias que se apoiam na Aprendizagem Significativa de Ausubel. Além disso, temos elementos como a programação e conceitos da engenharia e design, comumente ausentes no ensino básico.

As diferentes terminologias e significados podem ser justificadas pelo recente movimento no contexto brasileiro e por representar um processo com diversas interpretações (ACHERMANN, 2022; BACICH; HOLANDA, 2020).

Independentemente da teoria que suporta a Educação STEAM do Brasil, fica evidente que a formação docente, voltada para este viés, é um diferencial para o seu êxito do processo de ensino e aprendizagem.

A seção 2.2 discorrerá sobre a relação entre as instituições econômicas internacionais, a importação de sistemas educacionais norte-americanos e as políticas públicas educacionais brasileiras.

2.2 A INFLUÊNCIA DAS INSTITUIÇÕES INTERNACIONAIS NAS POLÍTICAS PÚBLICAS EDUCACIONAIS NO BRASIL

“A educação é importante demais para entregá-la às variações do mercado e às boas intenções de amadores” (RAVITCH, 2011, p. 248).¹⁷

As influências das instituições econômicas internacionais no processo educacional não são uma novidade e com a Educação STEAM não é diferente. Destarte, a origem do STEAM na educação tem como base uma lógica neoliberal, inclusive na visão sobre o papel da escola (YANEZ *et al.*, 2019).

Dado que o STEAM foi incorporado no campo da educação devido ao baixo interesse profissional nas áreas das ciências nos Estados Unidos. O governo norte-americano investiu nessa educação para aumentar os números de matrículas e, conseqüentemente, formar profissionais nas áreas STEM. A Educação STEAM, contudo, foi criada por políticos e não por pesquisadores das áreas da educação, seguindo uma lógica econômica, promulgada para educadores realizarem (BLACKLEY; HOWELL, 2015).

O sociólogo inglês Stephen Ball (2014) aponta que a influência internacional do capitalismo para uma lógica política global de educação impacta em países como o Brasil, isto é, a educação torna-se mercadoria, em que os interesses e disputas são em busca do lucro ou, como chamado, ‘*edu-business*’¹⁸.

Desse modo, a educação é convertida a um objeto que pode ser comercializado por empresas e multinacionais e, assim, ser vendida em “pacotes prontos” (BALL,

¹⁷ Pesquisadora que implementou as reformas neoliberais nos EUA e, posteriormente, analisou os resultados dessas reformas.

¹⁸ Tradução: Negócio-educacional.

2014). Nessa perspectiva, resgata-se a posição de Paro (2018), que aponta o processo pedagógico como um ato político. Ainda destaca:

Se há sujeitos envolvidos, há necessariamente a presença de interesses. Que competem numa relação de poder. O poder, em seu sentido social, consiste na capacidade que um indivíduo ou grupo tem de estabelecer, ou determinar, o comportamento de outros indivíduos (PARO, 2018, p. 49).

Assim, no âmbito educacional, esse poder carrega intrinsecamente as intenções políticas, pois “[...] a política educativa deixa de ocupar o centro orientador na tomada de decisões e se transforma em puro instrumento das exigências do mercado” (PÉREZ GÓMEZ, 2001, p. 134). Segundo Pérez Gómez (2001) e Paro (2018), as concepções mercadológicas estarão presentes nas ações atribuídas à educação, como também nos investimentos em pesquisas, nos programas educacionais e nos financiamentos de acesso ao ensino superior.

Desse modo, constata-se essa tendência na visão do crescimento econômico, na qual os países defendem seus interesses políticos e ideológicos, com o intuito de formar o indivíduo para o mercado de trabalho.

Nessa concepção neoliberal, a escola tem como função social a formação do indivíduo para o trabalho, ou como os neoliberais chamam, para a ‘empregabilidade’. Isso significa que ocorre essa necessidade do sistema educacional de se adaptar às demandas mercadológicas, mas isso não significa que a escola criará fontes de trabalhos e garantirá esses empregos (GENTILI, 1996).

O Estado neoliberal, por mecanismos de controle do conhecimento formal, retira a autonomia pedagógica das instituições e dos professores enquanto mantém ínfimo investimento para a preservação e funcionamento da escola pública. E ainda, justifica o sucesso educacional por meio da meritocracia (GENTILI, 1996; VIEIRA *et al.*, 2013).

A ideologia da meritocracia escamoteia os conflitos vivenciados pelos trabalhadores da educação no chão da escola, camuflando as péssimas condições de trabalho oferecidas e transferindo a responsabilidade da qualidade da educação somente para os ombros dos docentes, coordenadores e diretores. Sob o falso estigma de valorização do ‘esforço’ e ‘talento’ o Estado concretiza seu objetivo de gestão neoliberal ‘enxuta’, forçando o docente a aumentar sua produtividade e reduzindo os gastos com o sistema educacional (VIEIRA *et al.*, 2013, p. 328-329).

Sobre isto, Gentili (1996, p. 8) destaca:

Se a maioria dos indivíduos é responsável por um destino não muito gratificante é porque não souberam reconhecer as vantagens que oferecem o mérito e o esforço individuais através dos quais se triunfa na vida. É preciso competir, e uma sociedade moderna é aquela na qual só os melhores triunfam.

A dinâmica neoliberal incita a produtividade e a competitividade entre as próprias escolas que, sem ferramentas adequadas por falta de investimentos, devem buscar melhor desempenho e rendimento acadêmico dos alunos. Logo, apesar de existirem novas políticas que abarquem as diversidades e dificuldades inerentes às condições socioculturais, essas iniciativas possuem o intuito de preparar os alunos para a continuidade do sistema e para minimizar os conflitos sociais gerados pelo próprio sistema de exploração capitalista (GALUCH; CROCHÍK, 2016).

[...] fazem permanentemente referência à crítica, exacerbando-a como a forma de os indivíduos se adequarem e se autoconservarem. Por essa via, a educação se torna o meio pelo qual a sociedade forma os sujeitos que a reproduzem (GALUCH; CROCHÍK, 2016, p. 239).

Em resumo, algumas características são marcadas por esse movimento que influencia nos processos de construção do sistema educacional, como o utilitarismo, a competitividade, o desenvolvimento das competências e habilidades, a eficiência com a produção em larga escala, o apelo à tecnologia e a adaptação dos indivíduos à sociedade.

Como consequência, a função do professor é descentralizada e as mínimas ferramentas educacionais disponíveis, como manuais didáticos, livros didáticos, entre outros, conduzem o processo educacional. Esses materiais são desenvolvidos por instituições sociais e empresariais que priorizam a redução de custos (PÉREZ GOMEZ, 2001).

Ainda, o conhecimento é mais valorizado com o foco no conhecimento tácito e cotidiano e a função do professor, de ser transmissor do conhecimento, é de um guia ou um facilitador para o aluno, acarretando maiores consequências, nas quais:

O professor deixa de ser um mediador entre o aluno e o patrimônio intelectual mais elevado da humanidade, para ser um organizador de atividades que promovam o que alguns chamam de negociação de significados construídos no cotidiano dos alunos (DUARTE, 2010, p. 38).

Candau, Cruz e Fernandes (2020) alertam que essa característica homogeneizadora interfere incisivamente na didática e nos cursos de formação de professores, uma vez que se negam as diferenças e as interculturalidades do espaço e conhecimento docente.

Dessa maneira, as influências econômicas nas ações educacionais (métodos e técnicas com viés mercadológico) ignoram, intencionalmente, o conhecimento histórico acumulado, os contextos socioculturais, os conhecimentos técnicos e científicos que envolvem o processo de ensino e aprendizagem (PARO, 2018). Ao ignorar o conhecimento científico, perde-se a ética. Nas palavras de Freitas, (2012, p. 386):

Praticar política pública sem evidência empírica, mais do que gastar dinheiro inadequadamente, caracteriza violação da ética já que não se devem fazer experimentos sociais com ideias pouco consolidadas pela evidência empírica disponível.

Consequentemente, essa conjuntura de tendência positivista fundamentada no cientificismo permite a ênfase às ciências exatas ao invés de compreender, em conjunto, o contexto social, além da promoção de questionamentos sobre as decisões científicas intencionadas por aqueles que estão no poder. Portanto, perpetuam-se as posições hegemônicas dominantes da ciência (ZEIDLER, 2016).

Quanto às influências das políticas neoliberais no sistema educacional brasileiro, vamos primeiramente contextualizar nossa história recente para identificar as relações entre as questões econômicas e as educacionais.

Na década de 1930, o movimento escolanovista ataca a pedagogia tradicional e “[...] esse movimento de reforma do sistema de ensino buscou romper com a educação tradicional, retirando a ideia de que o ensino é centrado na figura do professor e transferindo o aluno para o centro do processo” (RIBEIRO, 2020, p. 70).

O movimento chama atenção de políticos, diplomatas e intelectuais. Segundo Shiroma, Moraes e Evangelista (2007, p. 17):

[...] incluíam um crescente interesse pelas questões educacionais. Herança de anos anteriores, ganhava força entre vários intelectuais e políticos da época a ideia de que era indispensável à modernização do Brasil a montagem de um Estado nacional centralizador, antiliberal e intervencionista. O movimento que resultou na Revolução de 1930 dava caráter de urgência a essa discussão. Eram tempos em que se forjavam diversos projetos de construção de nacionalidade, alguns modernizantes, outros mais

reacionários. Todos valorizavam o papel que a educação deveria cumprir para sua realização, coerentemente com o seu horizonte ideológico.

Nessa época, o ensino primário e Normal era instituído e influenciado por raízes católicas e organizado por regiões com autonomia política. Neste período, as reformas educacionais como a criação do Ministério dos Negócios da Educação e Saúde Pública serviram para fornecer uma organização para o ensino secundário, comercial e superior (SHIROMA; MORAES; EVANGELISTA, 2002). Neste contexto, temos a criação dos sistemas nacionais de formação para a força de trabalho. Nos anos de 1940, foi criado o Sistema Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) e, em 1946, o Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC) (KRAWCZYK, 2011).

As décadas de 1960 e 1970 ficaram marcadas pela política desenvolvimentista na perspectiva “economicista” em relação à educação, para a formação de capital humano. Com esta educação, o objetivo era gerar força de trabalho qualificada para cargos de alto escalão e a formação e qualificação para os trabalhadores das indústrias (SHIROMA; MORAES; EVANGELISTA, 2002).

Em meio a intenso debate e luta ideológica sobre os rumos da educação brasileira, em 1961 foi outorgada a primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), Lei nº 4.024, de 20 de dezembro de 1961 (BRASIL, 1961), a qual estruturou o ensino secundário, atualmente denominado ensino médio, composto por dois ciclos: ginásial, de quatro anos e o colegial, de três anos (SHIROMA; MORAES; EVANGELISTA, 2002).

No período da ditadura militar brasileira (1964–1985), a educação voltou-se intensamente para o desenvolvimento econômico do país, uma vez que o desenvolvimento, a industrialização e a modernização tecnológica eram sinônimos de progresso. O conhecimento utilitarista era compreendido como um meio para um fim. Segundo Nascimento (2007, p. 83),

A política educacional do governo militar para o Ensino Médio tem uma visão utilitarista, sob inspiração da ‘teoria do capital humano’, ao pretender estabelecer uma relação direta entre sistema educacional e sistema operacional, subordinando a educação à produção. Desta forma, a educação tinha a função principal de habilitar ou qualificar para o mercado de trabalho.

Nos anos de 1970, devido à crise econômica e a diminuição drástica de recursos para a educação, a nova pedagogia é voltada para a formação de técnicos-operacionais, na qual seus princípios permeiam a racionalidade, a eficiência e a

produtividade. Isto posto, no âmbito do ensino e aprendizagem, enquanto a escola tradicional é a favor do conteúdo, a escola nova é a favor do aluno e a tecnicista é a favor da eficiência (FACCI, 2004).

Assim, a estruturação da educação brasileira é realizada por recomendações de economistas, instituições internacionais e relatórios proveniente do governo norte-americano. Nesse ínterim, ocorre reformulações na LDBEN como a Lei nº 5.540, de 28 de novembro de 1968, que definiu normas para organização e funcionamento do ensino superior e a Lei nº 5.692, de 11 de agosto de 1971, que determinou as Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º grau, atribuindo ao ensino a função de formação e qualificação para o mercado de trabalho (BRASIL, 1968; BRASIL, 1971).

Com a redemocratização após o final do período ditatorial, a promulgação da Constituição de 1988 traz transformações políticas, econômicas e sociais.

A lei assegura o ensino médio como a etapa conclusiva da educação básica, com três anos de duração e com um mínimo de 2.400 horas de 60 minutos. O ensino médio, assim entendido, tornou-se constitucionalmente gratuito e também, por lei ordinária, 'progressivamente obrigatório' (CURY, 2002, p. 181-182).

A partir da década de 1990, foram publicados documentos que incluíram o país no contexto globalizado das políticas públicas educacionais voltado para uma definição curricular e de processos metodológicos que orientam para a educação básica. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) são um marco do ingresso do Brasil e de outros países da América Latina no contexto de globalização das políticas educacionais, ou seja, documentos elaborados pelo Banco Mundial (GALUCH; SFORNI, 2011).

Com a nova LDBEN, Lei nº 9.394, o ensino médio é legalmente uma competência dos estados (BRASIL, 1996). A crise econômica fortalece a visão da educação geral voltada para a formação profissional do indivíduo produtivo para o século XXI (SHIROMA; MORAES; EVANGELISTA, 2002).

Entre os anos de 1980 e 2000 ocorrem diversos eventos coordenados pela UNESCO com a intenção de universalizar a educação fundamental e erradicar o analfabetismo. Em consonância, na década de 1990, inicia-se o desenvolvimento de políticas públicas voltadas para uma educação exclusiva para as massas. Com base nas conferências realizadas pelas organizações internacionais, as discussões tornam-se referências para a educação mundial (IWASSE; ARAÚJO, 2019).

Neste período despontam as pedagogias que têm como propósito orientar e adequar as necessidades do indivíduo ao seu meio social. Ao se alinhar aos interesses neoliberais, as teorias educacionais foram incorporadas em documentos oficiais, como mostra o relatório da UNESCO: Educação para o século XXI: “Educação um tesouro a descobrir”, escrito por Delors (1998).

Em essência, o documento encomendado pela UNESCO procurou ‘apontar os caminhos’ da educação pautada no lema ‘Aprender a Aprender’, cujos quatro pilares são: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver com os outros e aprender a ser (IWASSE; ARAÚJO, 2019, p. 118).

Com base em tal relatório, destacam-se as Pedagogias do “Aprender a Aprender”, e nesta categoria educacional, além de abarcar um viés construtivista, contemplam-se as Pedagogias: por Projetos, das Competências, a Multiculturalista e do Professor Reflexivo. Tal movimento incorpora a negação de uma educação tradicional enquanto concepção livresca, na qual se encontra o silêncio, a repetitividade e a disciplina, lutando por uma transformação para o aluno ficar mais ativo e independente (DUARTE, 2010).

Logo, revela-se um ponto importante em relação à dimensão política que se encontra em obras construtivistas. Em síntese, o construtivismo ganha espaço após o fim da ditadura militar, isto é, a corrente construtivista se inicia com uma concepção contra hegemônica e que, no entanto, é transformada do seu propósito inicial ao ser influenciada por ações governamentais com alto investimento financeiro (MORTATTI, 2016).

Esses documentos estão pautados em uma aprendizagem para competências e habilidades, para o indivíduo aprender a viver na sociedade capitalista. Isso significa que o indivíduo está imerso em uma estrutura organizacional, na qual aprende a se adaptar ao contexto social no qual está inserido. Por isso, ao invés de uma aprendizagem de conhecimentos “[...] basta ser capaz de enfrentar e ‘mediar’ os dilemas socialmente impostos” (IWASSE; ARAÚJO, 2019, p. 127).

Os autores supracitados apontam que essas políticas públicas educacionais acarretaram um ensino de conhecimento esvaziado, útil e instrumental e, ainda “[...], culminaram no processo de esvaziamento da escola como espaço privilegiado para o ensino do saber científico e do professor formador” (IWASSE; ARAÚJO, 2019, p. 127).

Como mencionado, nessa perspectiva educacional, tem-se como propósito a formação do indivíduo para as novas demandas do mundo do trabalho, habituando-se também à competitividade e produtividade excessiva.

O construtivismo no Brasil tem como referência central a epistemologia genética de Jean Piaget (1896 – 1980), onde a origem e o desenvolvimento do conhecimento humano evoluem pelo esforço de adaptação do organismo ao meio ambiente. Nessa concepção, “[...] as atividades de maior valor educativo serão aquelas que promovam esse processo espontâneo de desenvolvimento do pensamento” (DUARTE, 2010, p. 40).

Piaget sempre foi um adepto, no terreno dos métodos didáticos, do método de trabalho em equipes e o *self-government*¹⁹, ou seja, o mestre do construtivismo concordava com princípios pedagógicos escolanovistas. Nesse sentido, sua defesa do aprender a aprender estava em consonância tanto com o aprender fazendo, o *learning by doing*²⁰ de John Dewey, como a ideia de educação funcional de Édouard Claparède (DUARTE, 2010, p. 41).

Nessa linha teórica, a título de exemplo, encontra-se a Pedagogia de Projetos, na qual o método de pesquisa é mais importante para a vida do que o conhecimento transmitido pelo professor. As principais características dessas pedagogias são: a aprendizagem ocorre sem a transmissão de conhecimento por alguém; o método de construção do conhecimento é mais importante do que o conhecimento já produzido socialmente; as atividades dos alunos são impulsionadas pelos interesses do aluno e busca-se a capacidade de o aluno adaptar-se rapidamente à sociedade, que se encontra em acelerado processo de mudança.

Tais concepções contribuem para a manutenção do capitalismo, ao imporem a superação das dificuldades em uma aparente equalização social, ou seja, “Com seu discurso de adaptação, o lema ‘aprender a aprender’ se propõe a especializar os indivíduos a enfrentar sozinhos as dificuldades sociais, como garantia do sucesso profissional” (SOUZA, 2018, p. 32).

Essas teorias educacionais, chamadas de não-críticas, estão associadas a uma concepção idealista de educação, visto que, apesar de criticar em alguns momentos as consequências do capitalismo, as políticas neoliberais acabam sendo neutralizadas

¹⁹ Governo representativo.

²⁰ Tradução: Aprender fazendo.

pelas possibilidades de resolução dos problemas atuais, sem reorganizar a sociedade (DUARTE, 2010).

Para preparar a classe trabalhadora visando uma transformação social, é necessário dissipar a educação escolar de sua estrutura burguesa, “[...] sem negar a importância da transmissão, pela escola, dos conhecimentos mais desenvolvidos que já tenham sido produzidos pela humanidade” (DUARTE, 2010, p. 48) em busca de teorias educacionais críticas.

As pedagogias críticas avistam na educação a possibilidade de instrumentalizar as classes trabalhadoras, visando a transformação social (GALUCH; CROCHÍK, 2016).

Ainda, na perspectiva crítica, promove-se o movimento histórico da própria sociedade que pode impulsionar a tendência de transformação (FACCI, 2004). Por isso, a educação tem um papel fundamental com essas questões de opressão, desigualdade e exclusão social e ainda em relação aos preconceitos de gênero, raça, religião, dentre outros.

Recentemente, o Brasil atravessa novos processos de transformação curricular, como: ensino fundamental de 9 anos, Lei nº 11.274, de 6 de fevereiro de 2006, reforma do ensino médio Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017 e a implementação da Base Nacional Curricular Comum (BNCC) (BRASIL, 2017a). Porém, essas reformas ainda se baseiam nos mesmos ideais neoliberais.

É consenso entre teóricos (ALBINO; SILVA, 2019; CARVALHO; FAUSTINO, 2016; FERRETTI, 2018; KRACZYK, 2017; SILVA, 2019, entre outros) que a proposta de um currículo organizado em competências poderá potencializar ainda mais as desigualdades educacionais existentes. É preciso atentar que em:

[...] um padrão curricular, ao eleger os conteúdos escolares, outros poderão ser esquecidos e, portanto, muitos saberes poderão ser silenciados, ou ainda, algumas representações e discursos discriminatórios, conservadores e excludentes poderão ser naturalizados, uma vez que somente alguns pontos de vista serão privilegiados (CÓSSIO, 2014, p. 1581).

A BNCC, por exemplo, se volta para o desenvolvimento das habilidades e competências, respaldadas por experiências internacionais, sem considerar a realidade da educação brasileira e da sua diversidade estrutural, cultural e/ou econômica.

Assim como houve as alterações radicais que a reforma, Lei nº 13.415, no sistema escolar brasileiro, como escolas de tempo integral e flexibilização do currículo (BRASIL, 2017a), encontram-se também mudanças como a reforma trabalhista com a Lei nº 13.467, de 13 de julho de 2017 (BRASIL, 2017b), que impacta nos salários dos professores e nas suas condições de trabalho.

Em dezembro de 2017, foi aprovado pelo Ministério da Educação a Resolução do Conselho Nacional de Educação (CNE): CNE/CP nº 2/2017; que institui e orienta as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação) (BRASIL, 2017c).

Nesse caminho, fica claro o sentido nas relações de trabalho e como se deve agir conforme o que o mercado espera desse profissional, e, com a crescente privatização da educação, constata-se que “[...] o professor vem sofrendo um processo de proletarização que o assemelha ao trabalhador fabril” (TUMOLO; FONTANA, 2008, p. 162).

Diante da conjectura apresentada, a BNCC é caracterizada como responsável por promover retrocessos no trabalho e ao direito à formação docente, ao alinhar a formação de professores a uma lógica curricular baseada no modelo de competências.

Como visto, ressalta-se, então, a importância de uma análise crítica das escolhas pedagógicas, visto que a prática educativa atinge diversas problemáticas sociais e étnicas. Espera-se, assim, que o professor, ao analisar uma pedagogia com as reflexões acima, poderá inserir a Educação STEAM, ou outra corrente, como um método complementar em uma concepção pedagógica crítica. Destaca-se, portanto, a importância da reflexão sobre as reformas educacionais e os movimentos educacionais internacionais, influenciados e implantados no Brasil.

Apresentamos, então, o método utilizado para identificar o conhecimento global da Educação STEAM na base de dados *Scopus*, através do mapeamento bibliométrico da produção científica com a ferramenta *Bibliometrix*.

3 PERCURSO METODOLÓGICO

Para melhor compreensão dos resultados, apresentamos na seção 2, uma revisão bibliográfica sobre a evolução do termo STEM para STEAM, as diferentes nomenclaturas STEAM, a Educação STEAM no processo educacional brasileiro e a influência das instituições internacionais nas políticas públicas educacionais.

Nessa seção, apresentamos o percurso metodológico utilizado para o mapeamento bibliométrico da produção científica da “Educação STEAM” com a ferramenta Bibliometrix. Na seção 4, analisamos os resultados e as discussões. Apresentamos Figuras, Quadros e Tabelas, subdivididos em 8 subseções, nos quais nos auxiliará a ter uma visão geral sobre a utilização da Educação STEAM ao longo dos anos. Na seção 5, apresentamos as considerações finais e os principais resultados, contribuições e limitações deste trabalho.

Essa dissertação é de caráter documental, de natureza descritiva e analítica, pautada na abordagem bibliométrica. Desta forma, nessa pesquisa foi realizado um mapeamento bibliométrico da produção científica de forma quantitativa e qualitativa. Essa direção de pesquisa de dados foi preferida, observando a necessidade de compreensão do panorama da Educação STEAM, para estabelecer como essa prática pedagógica tem sido abordada.

3.1 A ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Em síntese, a bibliometria consiste na aplicação de análises quantitativas e estatísticas em um conjunto de documentos, como os artigos, adequado para a análise de grandes conjuntos de informações. No que lhe concerne, os dados extraídos permitem avaliar a produtividade dos resultados para além das citações.

Nesse caso, a análise quantitativa objetiva estudar os fenômenos por meio de medições para se obter um conjunto de dados. Por isso, escolhemos a bibliometria, pois o objeto de estudo é compreendido por meio dos dados de documentos como artigos científicos ou livros vinculados a base de dados (SANTOS; KOBASHI, 2009).

Assim, a análise dos dados bibliométricos é realizada por meio da estatística descritiva, a qual examina profundamente por meio de tabulações e representações numéricas ou gráficas as variáveis do fenômeno estudado (MOREIRA, 2003). Além

disso, o estudo descritivo é apropriado porque se baseia na descrição factual, literal e sistemática do objeto de estudo. Dessa forma, o seguimento qualitativo da pesquisa tem como objetivo interpretar e descrever esses achados, fundamentado no arcabouço teórico apresentado na revisão bibliográfica.

O instrumento para tratamento do material investigado foi o pacote de ferramentas para pesquisas quantitativas bibliométricas e sociométricas Bibliometrix²¹. Isto posto, a ferramenta é um *software*²² de código aberto gratuito em pacote R estatísticos. Isto é:

Ele é escrito na linguagem R²³, que é um ambiente e ecossistema de código aberto. A existência de algoritmos estatísticos substanciais e eficazes, acesso a rotinas numéricas de alta qualidade e ferramentas integradas de visualização de dados são talvez as qualidades mais fortes para preferir R a outras linguagens para computação científica (ARIA; CUCCURULLO, 2017, p. 963, tradução própria).²⁴

O Bibliometrix foi criado e desenvolvido por Aria e Cuccurullo e é uma ferramenta que se destaca como a que possui a maior quantidade de tópicos para análise (BIBLIOMETRIX, 2022a). A ferramenta possibilita o detalhamento e mapeamento de dados bibliográficos, a fim de identificar a produção científica, por meio de análises e gráficos em quatro métricas de níveis diferentes (Fontes, autores, documentos e agrupamento por acoplamento) e em três estruturas de conhecimento (Conceitual, intelectual e social) (ARIA; CUCCURULLO, 2017; DERVIŞ, 2019).

Para este trabalho, tivemos como objeto de interesse as funções destacadas nas Tabelas 2 e 3, a seguir.

²¹ Um ambiente e ecossistema de código aberto para análise estatística.

²² Qualquer programa ou grupo de programas que instrui a máquina sobre a maneira como ele deve executar uma tarefa, inclusive sistemas operacionais, processadores de texto e programas de aplicação. Fonte: Dicionário (MICHAELIS, 2023).

²³ Linguagem de programação.

²⁴ No original: “*It is written in the R language, which is an open-source environment and ecosystem. The existence of substantial, effective statistical algorithms, access to high-quality numerical routines, and integrated data visualization tools are perhaps the strongest qualities to prefer R to other languages for scientific computation*”.

Tabela 2 - Funções disponíveis no Bibliometrix por níveis diferentes e métricas

Níveis	Métricas
Fontes	As principais universidades e instituições de financiamento, e os periódicos e fontes de maior relevância (H-index).
Autores	Os autores de maior relevância, a produção anual por autor, afiliações de maior relevância e países com maior produção e citação.
Documentos	Os documentos mais citados, as referências mais citadas e as palavras-chave mais utilizadas.

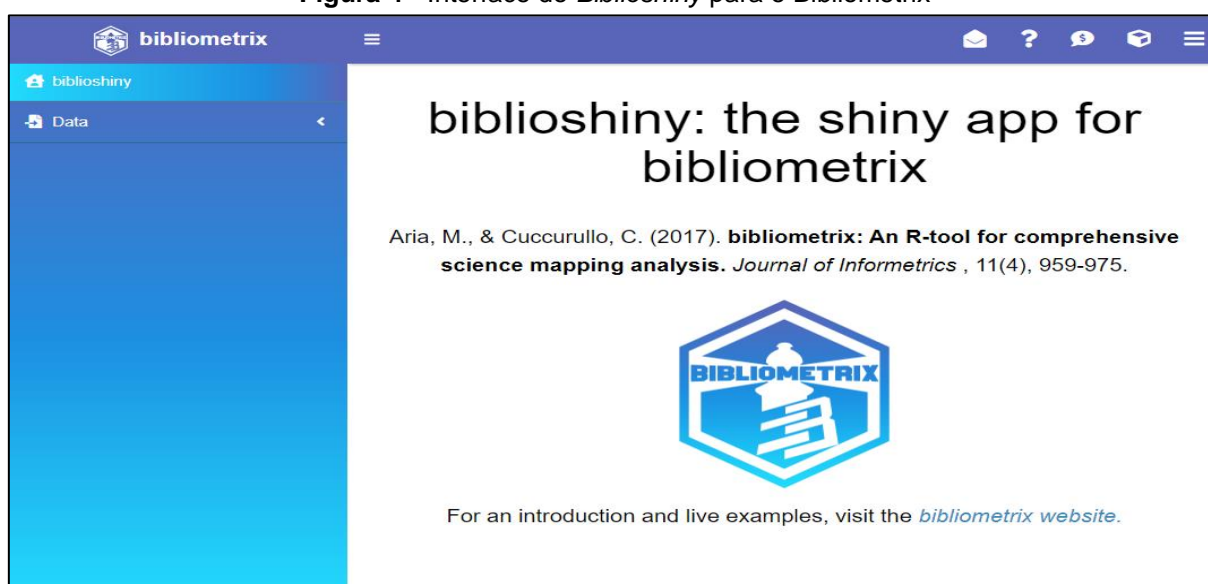
Fonte: (BIBLIOMETRIX, 2022a).

Tabela 3 – Funções disponíveis no Bibliometrix em nível estrutural de técnicas estatísticas e bibliométricas

Estrutura	Técnicas estatísticas e bibliométricas
Conceitual	Evolução e mapeamento do tema, análises de rede de trabalho e fatorial. Por meio da análise das combinações de palavras-chave e do documento completo.
Intelectual	Análise de rede de trabalho e histograma. Por meio da análise das citações e cocitações em referências, autores e revistas.
Social	Rede de colaboração. Por meio da identificação da colaboração entre autores, instituições e revistas.

Fonte: (BIBLIOMETRIX, 2022a).

Ainda sobre o Bibliometrix, na Figura 4, é possível observar a *interface*²⁵ para navegador chamada *Biblioshiny* que permite a análise sem a necessidade de codificação/programação pelo pesquisador.

Figura 4 - Interface do *Biblioshiny* para o Bibliometrix

Fonte: Imagem extraída da *Interface Biblioshiny* (BIBLIOMETRIX, 2022b).

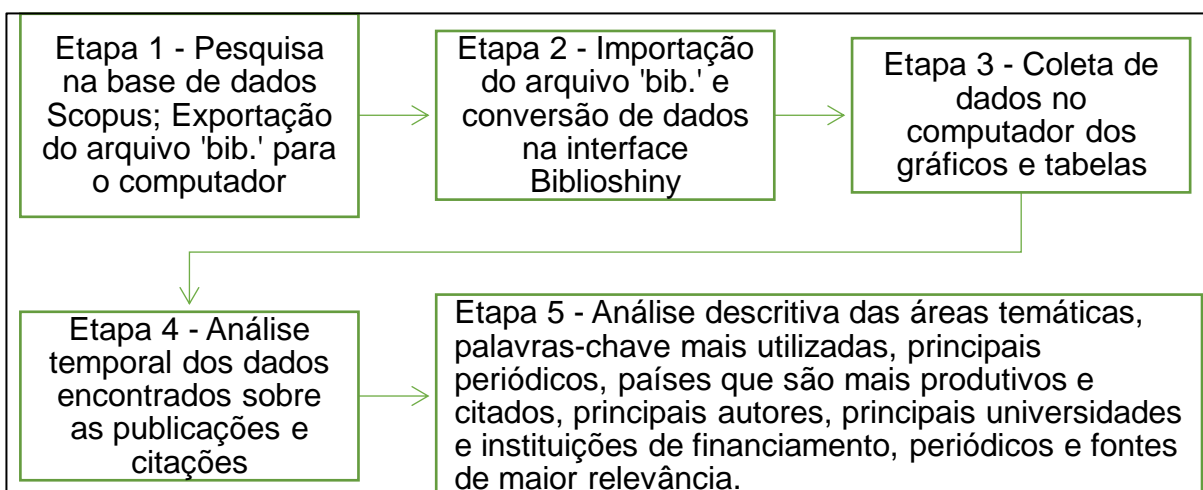
²⁵ Espaço de comunicação entre computador e usuário. Fonte: Dicionário (MICHAELIS, 2023).

As bases de dados disponíveis, em 2022, para análise no Bibliometrix são aquelas que permitem a coleta das informações em extensão BibTeX (bib.), como: *Scopus*, *Web of Science*, *PubMed*, *Digital Science Dimensions* e *Cochrane* (BIBLIOMETRIX, 2022a). Neste trabalho foi escolhida a base de dados *Scopus* por ser uma base eletrônica interdisciplinar e internacional. As publicações presentes na base são provenientes de periódicos, revistas científicas, livros e materiais de conferência que tenham o *International Standard Serial Numbers* (ISSN) e *International Standard Book Number* (ISBN) (SCOPUS, 2022).

Além disso, a extração aos dados das instituições de ensino e pesquisa, revistas e periódicos (inter)nacionais foi possibilitado pelo acesso remoto à Comunidade Acadêmica Federada (CAFe). A CAFe é um programa disponibilizado pela Rede de Ensino e Pesquisa para facilitar o acesso das instituições de ensino e pesquisa participantes por meio da integração de suas bases de dados (CAFE, 2023).

Portanto, foi realizado o treinamento para a utilização da ferramenta escolhida, entre os meses de maio de 2021 a setembro de 2022, com o descritor “STEAM Education”. Na Figura 5, o diagrama de blocos sistematiza as etapas metodológicas da investigação bibliométrica.

Figura 5 - Etapas metodológicas da investigação para a utilização da ferramenta Bibliometrix



Fonte: A autora (2023).

Na etapa 1, a pesquisa e coleta de dados final e a exportação dos resultados foram realizadas em 20 de setembro de 2022 na base de dados *Scopus*, com a exportação dos resultados da base em único documento de extensão BibTeX intitulado “*scopus.bib*” (Figura 6).

Figura 6 - Exportação dos resultados da base de dados *Scopus* em um documento de extensão BibTeX

Export document settings ⓘ

Select your method of export

MENDELEY
 ExLibris RefWorks
 SciVal ⓘ
 RIS Format
EndNote,
Reference Manager
 CSV
Excel
 BibTeX
 Plain Text
ASCII in HTML

What information do you want to export?

<input type="checkbox"/> Citation information	<input type="checkbox"/> Bibliographical information	<input type="checkbox"/> Abstract & keywords	<input type="checkbox"/> Funding details	<input type="checkbox"/> Other information
<input type="checkbox"/> Author(s) <input type="checkbox"/> Author(s) ID <input type="checkbox"/> Document title <input type="checkbox"/> Year <input type="checkbox"/> EID <input type="checkbox"/> Source title <input type="checkbox"/> volume, issue, pages <input type="checkbox"/> Citation count <input type="checkbox"/> Source & document type <input type="checkbox"/> Publication Stage <input type="checkbox"/> DOI <input type="checkbox"/> Open Access	<input type="checkbox"/> Affiliations <input type="checkbox"/> Serial identifiers (e.g. ISSN) <input type="checkbox"/> PubMed ID <input type="checkbox"/> Publisher <input type="checkbox"/> Editor(s) <input type="checkbox"/> Language of original document <input type="checkbox"/> Correspondence address <input type="checkbox"/> Abbreviated source title	<input type="checkbox"/> Abstract <input type="checkbox"/> Author keywords <input type="checkbox"/> Index keywords	<input type="checkbox"/> Number <input type="checkbox"/> Acronym <input type="checkbox"/> Sponsor <input type="checkbox"/> Funding text	<input type="checkbox"/> Tradenames & manufacturers <input type="checkbox"/> Accession numbers & chemicals <input type="checkbox"/> Conference information <input type="checkbox"/> Include references

Cancel Export

Fonte: Imagem extraída do *Website*²⁶ do *Scopus* (SCOPUS, 2023, grifo da autora).

²⁶ Sítio na rede

Após a coleta dos dados, foram realizadas as etapas 2 e 3, com o carregamento dos resultados do arquivo “scopus.bib” no Bibliometrix (Figura 7), onde os dados foram processados e distribuídos em formatos de gráficos, tabelas, planilhas e figuras na própria interface *Biblioshiny* (Figura 8).

Figura 7 - Representação visual do carregamento de dados no Bibliometrix

Fonte: Imagens extraídas da pesquisa no Bibliometrix (2022a).

Figura 8 - Representação visual exemplificada da distribuição dos dados pelo Bibliometrix

Description	Results
MAIN INFORMATION ABOUT DATA	
Timespan	1872:2022
Sources (Journals, Books, etc)	849
Documents	1664
Annual Growth Rate %	3.4
Document Average Age	7.24
Average citations per doc	5.375
References	42324
DOCUMENT CONTENTS	
Keywords Plus (ID)	6913
Author's Keywords (DE)	3426
AUTHORS	
Authors	4088
Authors of single-authored docs	326
AUTHORS COLLABORATION	
Single-authored docs	418
Co-Authors per Doc	3.1
International co-authorships %	11.48
DOCUMENT TYPES	
article	748
book	15
book chapter	61

Fonte: Imagens extraídas da pesquisa no Bibliometrix (2022b).

Nas etapas 4 e 5, foram coletados os dados do *Biblioshiny* para o computador e realizada a análise descritiva e a interpretação dos achados. Os dados extraídos do *Biblioshiny* foram distribuídos ao longo do capítulo 4, em Tabelas e Quadros, mantendo uma padronização visual dos resultados.

A Figura 9 exhibe como os dados são apresentados, assim, conforme visto na própria *interface*, é possível encontrar a hiperligação do *Digital Object Identifier (DOI)*²⁷ dos documentos existentes no *Scopus* e obter o acesso direto às pesquisas pelo sistema gratuito CAFE.

Figura 9 - Apresentação da interface *Biblioshiny* exemplificando como os dados são exibidos

The screenshot shows the Bibliometrix interface with a sidebar on the left containing navigation options like 'Data', 'Filters', 'Overview', 'Sources', 'Authors', 'Documents', 'Cited References', 'Words', and 'Clustering'. The main area displays a table titled 'Most Global Cited Documents' with columns for 'Paper', 'DOI', 'Total Citations', 'TC per Year', and 'Normalized TC'. The table lists several papers, with the top one being 'PIPEROPOULOS P, 2015, J SMALL BUS MANAGE' with 323 total citations. Below the table, there are pagination controls showing 'Showing 1 to 10 of 1,664 entries' and a 'Previous' button.

Paper	DOI	Total Citations	TC per Year	Normalized TC
PIPEROPOULOS P, 2015, J SMALL BUS MANAGE	10.1111/jsbm.12116	323	40.38	27.19
MUJUMDAR AS, 2004, DRY TECHNOL	10.1081/DRT-120028201	136	7.16	7.86
RAO SK, 2018, WIRELESS PERS COMMUN	10.1007/s11277-018-5615-7	130	26.00	16.90
LAND MH, 2013, PROCEAIA COMPUT SCI	10.1016/j.procs.2013.09.317	126	12.60	9.13
ENGLISH LD, 2017, INT J SCI MATH EDUC	10.1007/s10763-017-9802-x	118	19.67	12.65
PERIGNAT E, 2019, THINK SKILLS CREAT	10.1016/j.tsc.2018.10.002	110	27.50	18.05
HORLOCK JH, 2003, ADV GAS TURB CYCLES: A BR REV OF POWER GENER THERMODYN	10.1016/B978-0-08-044273-0.X5000-7	108	5.40	7.78
BARMA MC, 2017, RENEWABLE SUSTAINABLE ENERGY REV	10.1016/j.rser.2017.05.187	105	17.50	11.26
AMBROSE SA, 1997, J ENG EDUC	10.1002/j.2168-9830.1997.tb00281.x	93	3.58	7.44
PEPPLER K, 2013, COMPUTER	10.1109/MC.2013.257	88	8.80	6.38

Fonte: Imagens extraídas da pesquisa no Bibliometrix (2022b).

A análise descritiva bibliométrica da Educação STEAM foi dividida em sete tópicos, vistos a seguir: produção científica; palavras-chave mais frequentes; áreas temáticas; autores de maior impacto; países mais produtivos e citados; universidades e financiamento; periódicos e fontes de maior relevância.

Diante deste conjunto de dados, a fim de identificar se os principais autores, principais citações e área temática eram referentes à Educação STEAM, procedemos à leitura do título, do resumo e das palavras-chave. Nesse caso, foram excluídos da leitura completa os documentos que tratavam de outro assunto sem relação com a pesquisa.

²⁷ Tradução: Identificador de Objeto Digital.

Por fim, a leitura dos documentos completos foi realizada quando disponível por PDF (Formato de Documento Portátil) ou, quando não disponível, pelo próprio site da revista ou conferência. Quando necessário, foi utilizado o acesso às revistas pela CAFE. Para a análise dos documentos, objetivamos identificar os dados complementares dos autores, como instituição da pesquisa, país, metodologia da pesquisa e as discussões oriundas dos resultados, para uma análise aprofundada.

A seguir, analisamos os resultados e as discussões por meio da análise das Figuras, Quadros e Tabelas, os quais nos auxiliará a ter uma visão geral sobre a utilização da Educação STEAM ao longo dos anos.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Após o delineamento da obtenção dos dados com a metodologia que compõe a base de dados, este capítulo serve à apresentação dos resultados obtidos para o mapeamento científico da Educação STEAM, estruturado assim em 8 subcapítulos: (i) visão geral do conhecimento global; (ii) a produção científica; (iii) as palavras-chave mais frequentes; (iv) documentos por áreas temáticas; (v) autores de maior impacto; (vi) os países mais produtivos e citados; (vii) as principais universidades, agências de financiamentos e os periódicos e fontes de maior relevância e (viii) as discussões finais a respeito dos resultados.

4.1 UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA EDUCAÇÃO STEAM MUNDIAL

O resultado do perfil bibliométrico da Educação STEAM na base de dados *Scopus* é apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 - Distribuição dos resultados sobre Educação STEAM a partir do *Scopus*

Descrição	Resultados
Intervalo de tempo	1872:2022
Fontes (Jornais, livros, ...)	849
Documentos	1664
Taxa de crescimento percentual anual	3,4
Média de citações por artigo	5.375
Referências	42324
Tipos de documentos	
Artigo	749
Livro	15
Capítulo de livro	61
Artigo de conferência	705
Revisão de conferência	55
Editorial	10
Revisão	46
Conteúdo do documento	
Palavras-chave	6913
Palavras-chave dos autores	3426
Informações sobre autores	
Autores	4088
Autores de documentos de autoria única	326

Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

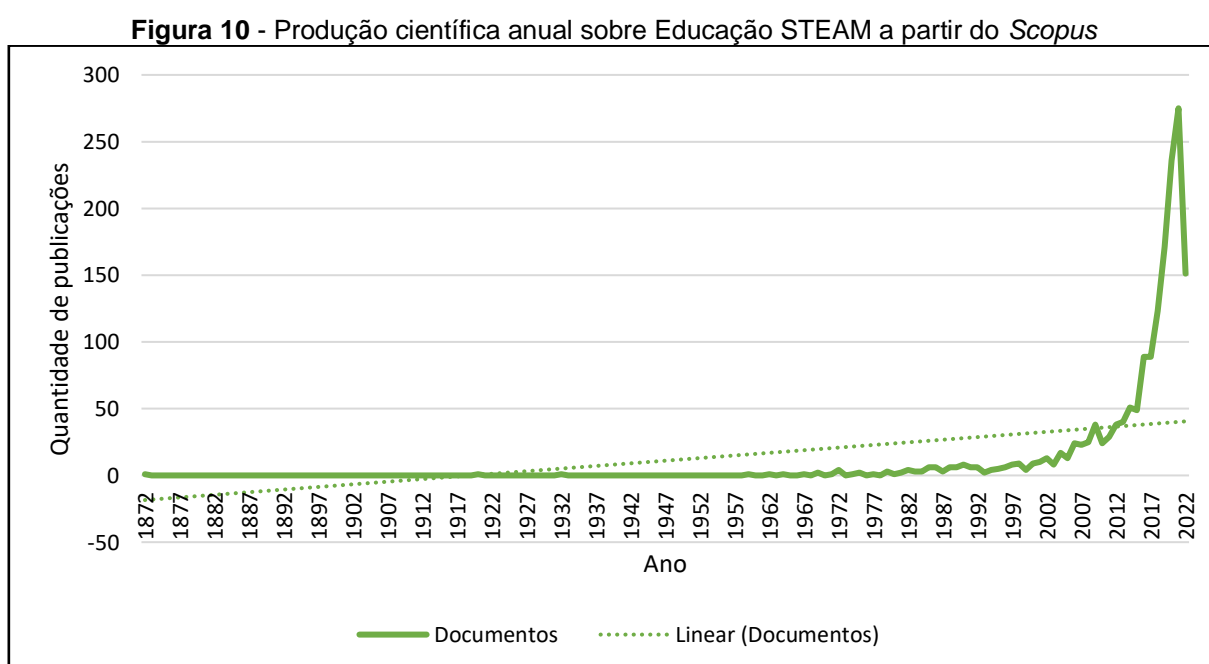
A filtragem das palavras-chave resultou em um total de 1664 documentos. Dentro deste total inicial, foi possível identificar que a maior contribuição na pesquisa toma a forma de artigos de periódicos. Os artigos de revistas representaram 45,01% de participação na produção total, seguidos com artigos de congressos (42,37%), capítulo de livro (3,67%), revisão de congresso (3,31%), artigo de revisão (2,76%) e livros (0,90%).

A seguir, apresentaremos as informações de produção científica segundo as fontes, autores e documentos.

4.1.1 Produção científica

Conforme visto no banco de dados de citações *Scopus*, a produção global no campo acumulou um total de 1664 publicações. O ano de 2020 registou o maior número de publicações, com uma média de 275 artigos. O primeiro texto encontrado foi divulgado em 1872, seguido por um número crescente de publicações a partir do século XXI.

A Figura 10 mostra que a produção científica da Educação STEAM na literatura acadêmica tem aumentado, com picos expressivos de crescimento entre 2008 e 2010 (24 artigos publicados) e entre os anos de 2020 e 2021 (com 236 e 275 artigos, respectivamente).



Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

A Elsevier (RELXGROUP, 2020) aponta um aumento de 25% no número de artigos submetidos no ano de 2020, havendo uma grande procura por pesquisas em educação que apresentem soluções de aprendizagem remota (RELXGROUP, 2020). A Figura 10 mostra um aumento e, ao analisarmos duas linhas de compreensão desse crescimento, percebemos que isso se deve tanto à disponibilidade de tempo para a escrita, decorrente do isolamento social provocado pela pandemia da Covid-19, quanto ao aumento da procura por práticas pedagógicas para o ensino à distância.

A Tabela 4 mostra que o número de publicações cresce a cada ano, tendo o pico em 2021 (275) e o número mais baixo em 2003 (8). Além disso, as publicações que receberam a maior média de citações (2,03%) foram no ano de 2019, enquanto, a maior média de citação por publicação (17,29) foi no ano de 2004.

Tabela 4 - Crescimento anual de publicações relacionadas à Educação STEAM

Ano	N.	Taxa citação média por publicação	Taxa citação média por ano
2022	151	0,32	-
2021	275	1,63	1,63
2020	236	3,29	1,65
2019	171	6,09	2,03
2018	123	7,69	1,92
2017	89	9,33	1,87
2016	89	8,96	1,49
2015	49	11,88	1,70
2014	51	4,88	0,61
2013	40	13,80	1,53
2012	38	11,79	1,18
2011	29	8,69	0,79
2010	24	6,50	0,54
2009	38	5,84	0,45
2008	25	4,16	0,30
2007	23	5,26	0,35
2006	24	5,83	0,36
2005	13	6,15	0,36
2004	17	17,29	0,96
2003	8	13,88	0,73
2002	13	4,00	0,20

Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

A seguir, apresentaremos dados adicionais com uma análise das publicações por períodos.

4.1.1.1 Análise das publicações

Os documentos foram analisados com três filtros no Bibliometrix: o primeiro para considerar apenas o período entre 2000 e 2007, o segundo para focar especificamente no ano de 2004, que apresenta a maior média de citação por publicação, e o terceiro para o período entre 2008 e 2022.

Dessa forma, nos anos de 2000 e 2007, foram identificados 117 documentos, sendo a maioria de artigos científicos e de conferências. A Tabela 5 apresenta o número de frequências das palavras-chave usadas nos documentos para cada período. A palavra que mais se repete é "educação", seguida de "engenharia", "humano" e "masculino".

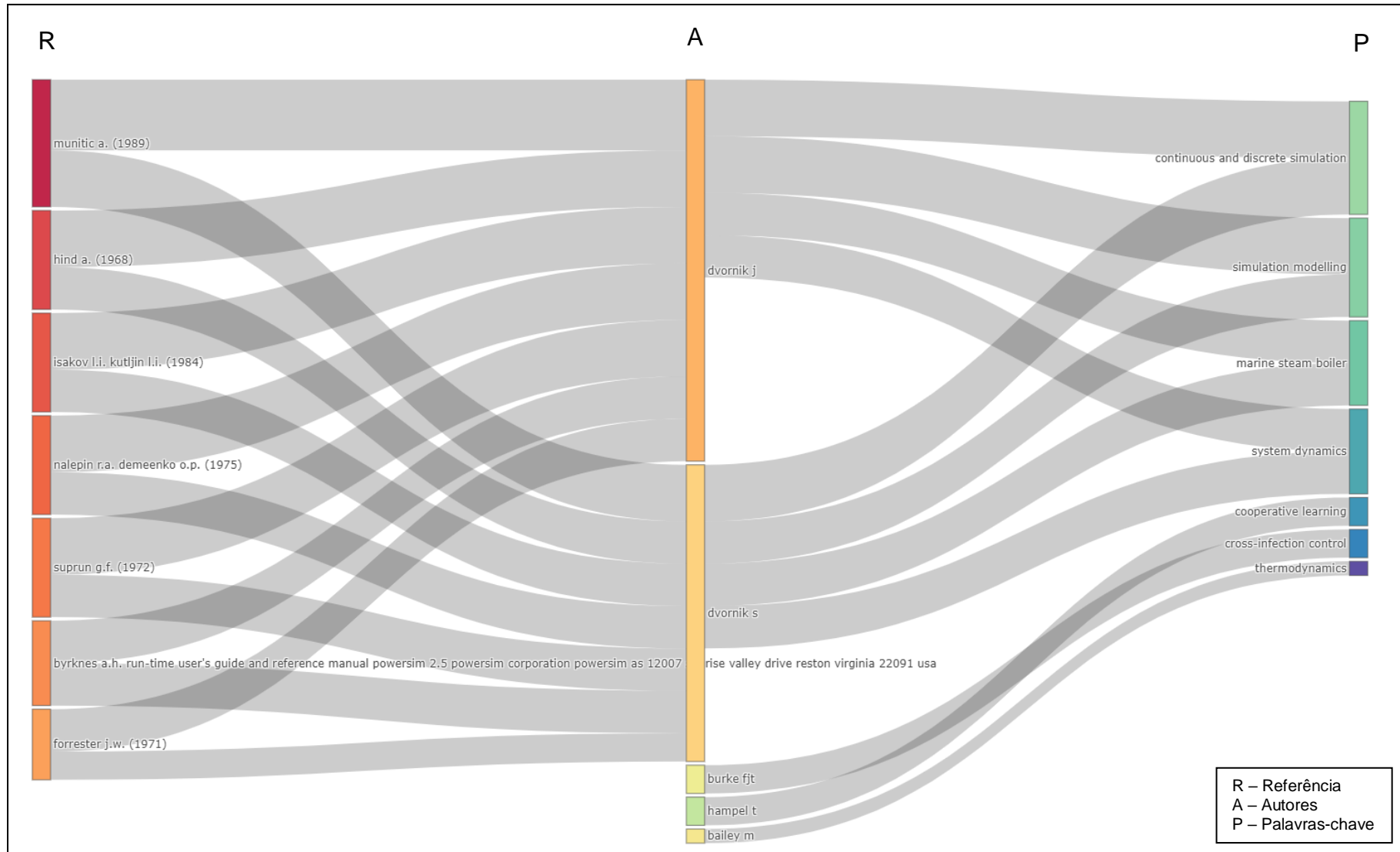
Tabela 5 - Frequência de repetição de palavras-chave entre 2000:2007 a partir do *Scopus*

Palavras	Frequência
Educação	32
Educação em engenharia	26
Humano	21
Masculino	19
Estudantes	19
Artigo	18
Feminino	16
Currículo	15
Humanos	15
Criança	12
Controle de infecção	12
STEAM	12

Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

O gráfico de três campos da Figura 11 liga as referências mais mencionadas (esquerda), os autores principais (centro) e as palavras-chave (direita). No diagrama, identificam-se os principais temas como: simulação contínua e discreta, modelagem de simulação, caldeira a vapor marinha, dinâmica do sistema aprendizado cooperativo, controle de infecção cruzada e termodinâmica. Temas frequentemente correlacionados às áreas de engenharia, tecnologia, computação, física, química e saúde.

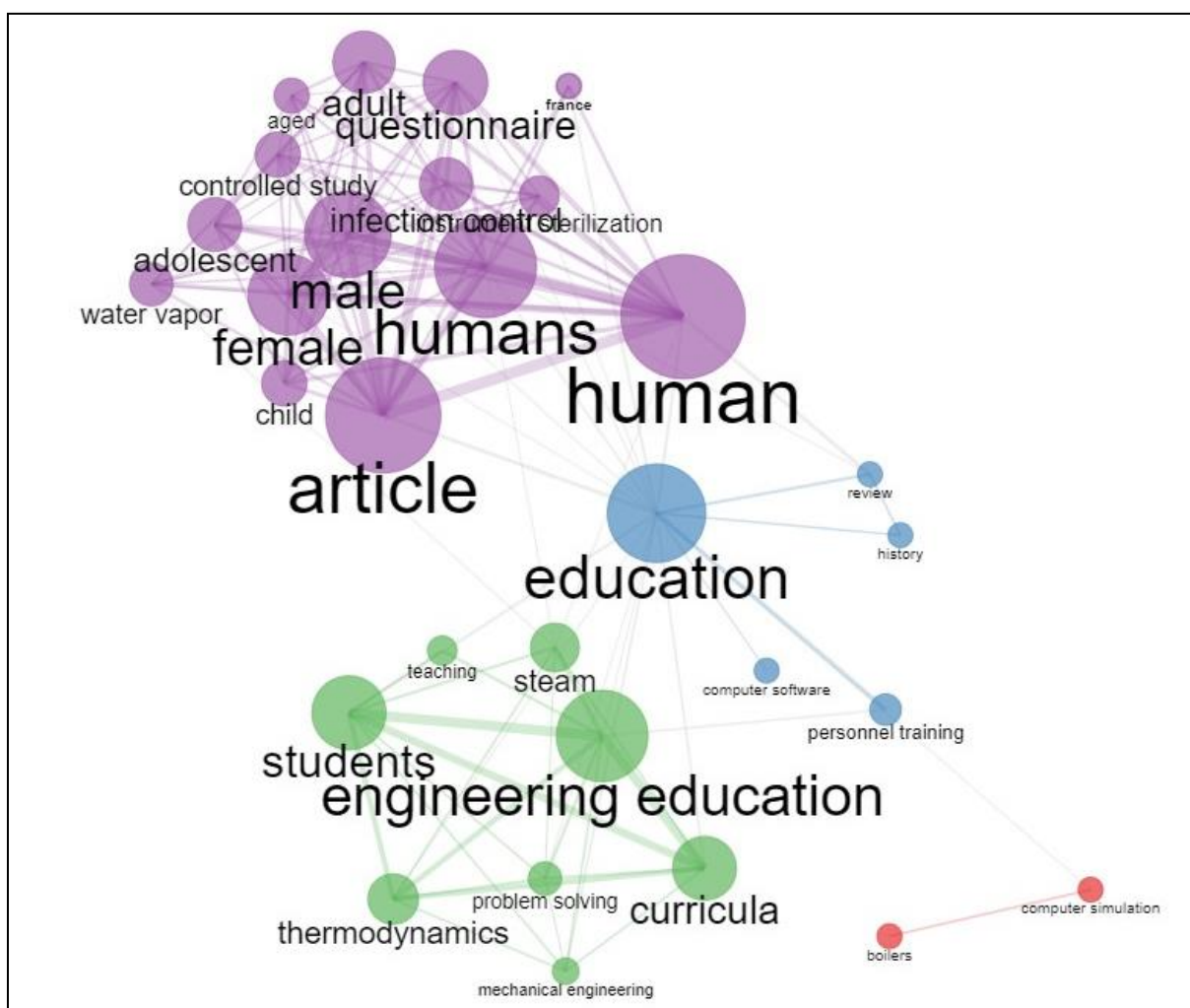
Figura 11 - Diagrama de três campos das relações existentes entre referência, autores e palavras-chave entre 2000:2007 no Scopus



Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

Além disso, as publicações com a palavras-chave de educação tem um ápice no ano de 2004 e a combinação mais frequente de palavras-chave relacionam esses documentos para a área de educação em engenharia, ver a Figura 12.

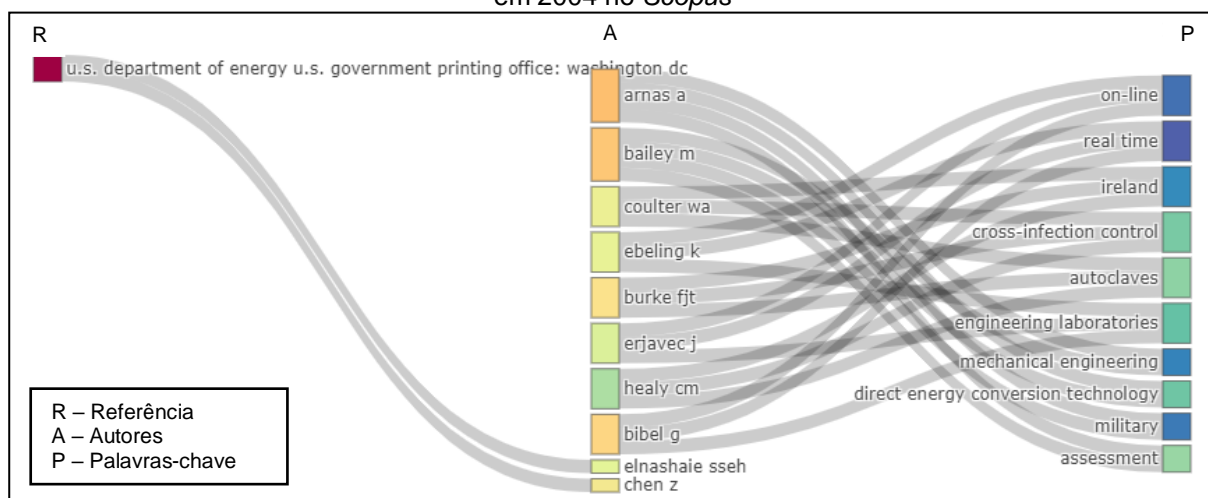
Figura 12 - Mapeamento de rede de coocorrência das 30 palavras-chave mais utilizadas pelos autores entre 2000 e 2007 na pesquisa sobre Educação STEAM no *Scopus*



Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

Em 2004, foram localizados 17 documentos, a maioria deles artigos científicos e de conferência. A Figura 13 mostra um diagrama com três campos (referências mais citadas à esquerda, os principais autores no centro e as palavras-chave à direita), em que se identificam palavras como: controle de infecção cruzada, autoclaves, laboratório de engenharia, tecnologia de convenção de energia direta, entre outros.

Figura 13 - Diagrama de três campos das relações existentes entre referência, autores e palavras-chave em 2004 no *Scopus*



Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

Enquanto a Tabela 6 apresenta as palavras-chave de maior frequência do ano de 2004 na base de dados *Scopus*. Com isso, é possível identificar que as publicações, em sua maioria, são da educação, mas estão relacionadas as áreas da engenharia, matemática, mecânica e medicina e não a Educação STEAM em específico.

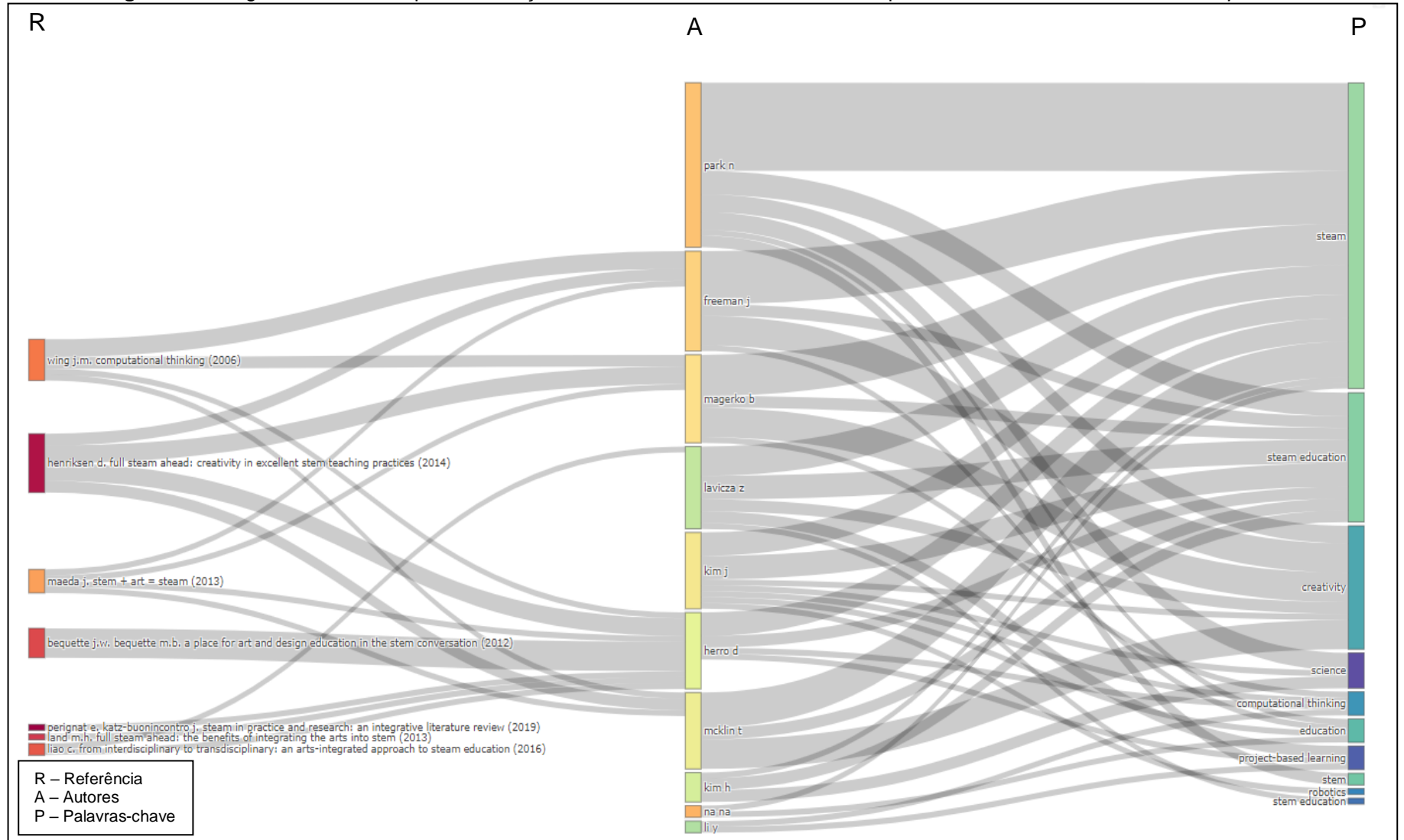
Tabela 6 - Frequência de repetição de palavras-chave em 2004 no *Scopus*

Palavras	Frequências	Palavras	Frequências
Educação	9	Revista prioritária	3
Alunos	5	Ensino	3
Artigo	3	Vapor de água	3
Educação em engenharia	3	Prevenção de acidentes	2
Modelos matemáticos	3	Adesivos	2
Médico	3	Adolescente	2
Treinamento de pessoal	3	Adulto	2

Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

Em continuidade, a análise bibliométrica aponta que no período de 2008 e 2022 houve 1428 publicações sobre a Educação STEAM na base de dados *Scopus*. Isso significa que 85% dos documentos no banco de dados *Scopus* referem-se a esse período de estudo. Enquanto, a Figura 14 mostra as relações entre as referências mais citadas (esquerda), os principais autores (centro) e as palavras-chave (direita) da Educação STEAM no período entre 2008 e 2022, em que se identifica palavras como: STEAM, Educação STEAM, criatividade, ciência, pensamento computacional, educação, ABP, STEM, robótica e Educação STEM.

Figura 14 - Diagrama de três campos das relações existentes entre referência, autores e palavras-chave de 2008:2022 no Scopus



Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

A palavra "estudantes" é destacada como a que tem a maior frequência na Tabela 7, seguida de "Educação em Engenharia", "STEAM" e "Educação".

Tabela 7 - Frequência de repetição de palavras-chave entre 2008:2022 a partir do *Scopus*

Palavras	Frequência	Palavras	Frequência
Estudantes	325	Ensino	111
Educação em Engenharia	316	Humano	86
STEAM	287	STEM (ciências, tecnologia, engenharia, matemática)	79
Educação	187	Aprendizagem <i>on-line</i>	71
Tecnologia	140	Ciência	70
Currículo	139	Robótica	64
Educação em computação	116	Artigo	63

Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

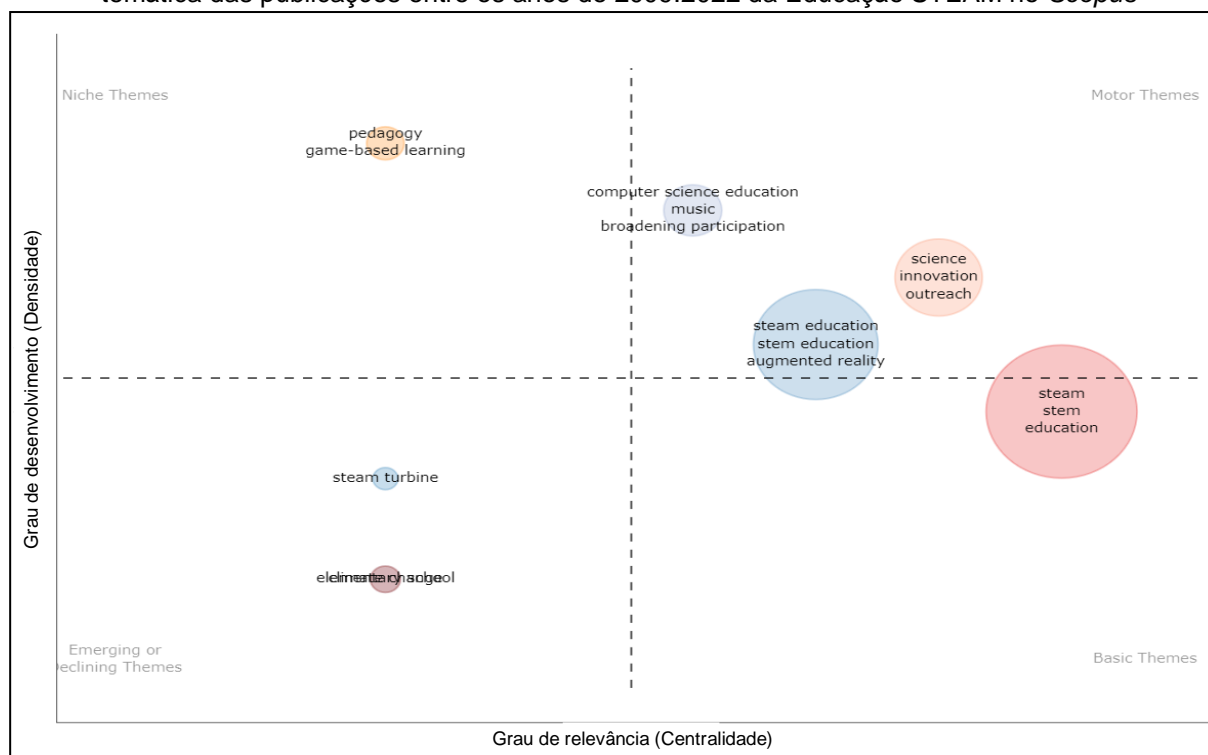
A incidência da palavra “estudantes” aumenta em 167,5% (287), comparada aos resultados da Tabela 5, que mostra apenas 12 vezes durante os anos de 2000 a 2007. Esse fenômeno é relevante para estabelecer o marco teórico da Educação STEAM, uma vez que o termo surgiu a partir de debates no ano de 2007.

Além disso, nas Tabelas 5 e 6, observam-se as palavras “vapor”, “vaporização”, “termodinâmica” e “controle de infecção”. Nesse caso, existe uma dupla interpretação para a palavra STEAM, pois ela também significa vapor, vaporização, tronco, entre outras gírias. De fato, o emprego dessa palavra homônima e alta frequência de palavras-chave vistas nas Tabelas anteriores são explicados por essa relação. Sendo assim, esse fenômeno tem um grande impacto tanto na busca de artigos quanto para o objeto desta pesquisa bibliométrica, requerendo uma maior compreensão da pesquisadora sobre essa relação, revista, a seguir, nas subseções.

4.1.2 Palavras-chave das publicações sobre Educação STEAM

Nesse sentido, a análise bibliométrica de palavras-chave possibilita na classificação dos agrupamentos por temas em relevância e densidade (Figura 15). A principal vantagem de selecionar palavras-chave de autores é que esse processo fornece informações sobre os principais tópicos e tendências de pesquisa por um período.

Figura 15 - Diagrama do agrupamento das palavras-chave combinadas para identificar a evolução temática das publicações entre os anos de 2009:2022 da Educação STEAM no Scopus



Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

O diagrama da evolução temática entre os anos de 2009 e 2022 aponta que temas de nicho/especializado é de pedagogia e aprendizagem baseada em jogos, enquanto os temas emergentes ou em declínio são de turbinas a vapor e ensino fundamental. Os temas motores incluem a Educação STEAM, educação STEM, realidade aumentada, educação em ciência da computação, ciências, inovação, divulgação e os temas de base abarca a educação, STEAM e STEM.

Nos períodos de 1872 a 2008, os temas de nicho são controle de infecção, controle automático e educação, enquanto o tema emergente ou em declínio é de turbina a vapor. Os temas motores envolvem o design, a aprendizagem cooperativa, aprendizagem e ensino baseados na internet. Ainda, os temas de base constituem-se em simulação contínua e discreta, modelagem de simulação e caldeira marinha a vapor.

Ao analisar o mapa de evolução temática, é possível notar que, conforme a rede de coocorrência dos agrupamentos e palavras-chave de 1872 a 2008, os temas tendem às pesquisas nas áreas da saúde, engenharia e física, incluindo nessas áreas a educação.

A Figura 16 mostra, com destaque, a palavra STEAM presente no agrupamento de cor verde, que contém temas como *design*, investigação, educação e aprendizagem baseadas na internet.

Figura 16 - Recorte do mapeamento do agrupamento das palavras-chave combinadas para identificar a evolução temática das publicações entre os anos de 1872:2008 das publicações do *Scopus*

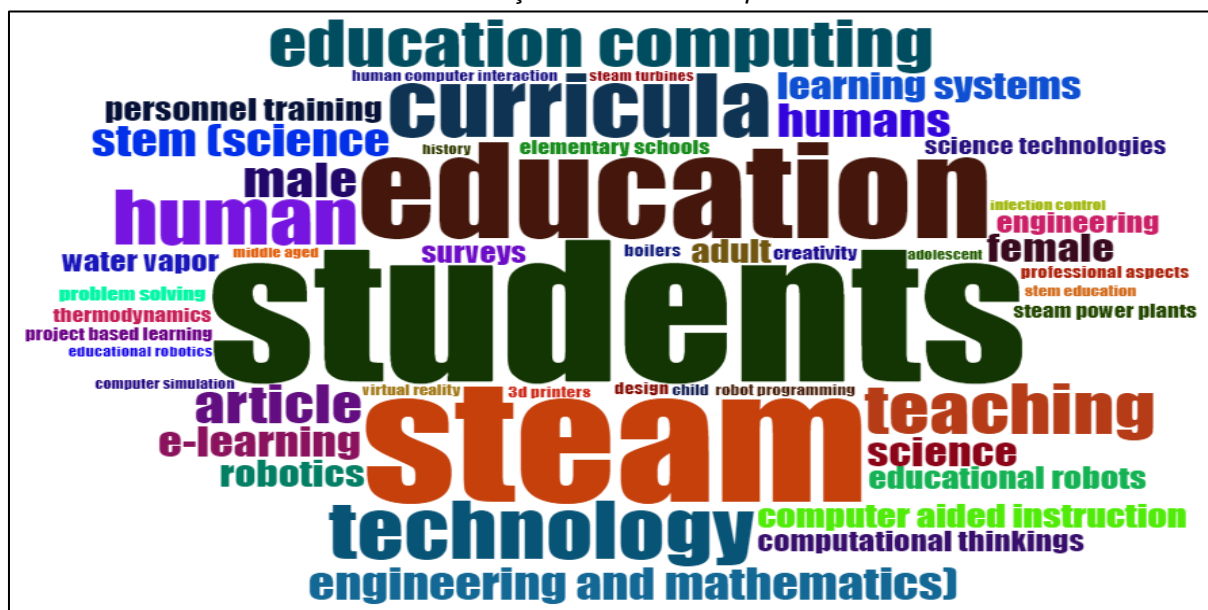


Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023, grifo da autora).

Nesse agrupamento em específico, a sigla STEAM significa *Structuring information in a Team* (sTEAM), que possui a tradução de estruturação de informações em equipe. Em síntese, essa sigla sTEAM surge antes dos anos 2000 e se trata de uma abordagem de aprendizagem baseada na internet, que envolve trabalho em equipe, comunicação e cooperação no espaço virtual (HAMPEL, KEIL-SLAWIK, 2001).

Em continuidade a análise, a Figura 17 expõe, por uma nuvem de palavras, as 50 principais-chaves dos documentos por quantidade de ocorrência. Nesse caso, importante ressaltar que as cores são aleatórias e geradas pelo Bibliometrix.

Figura 17 - Nuvem com as 50 palavras-chave mais frequentes dos autores nas publicações sobre Educação STEAM no *Scopus*



Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

Diante disso, o termo “estudantes” aparece em maior quantidade (348 vezes), isto é consistente, portanto, com o direcionamento de que a Educação STEAM deve ser orientada para os alunos.

Enquanto a Tabela 8, sintetiza as 10 palavras-chave mais frequentes dos autores no *Scopus*, representando as ideias e temas principais dos documentos da busca. Nesse caso, destaca-se as palavras como “estudantes”, “educação”, “currículo”, “tecnologia”, “humano”, “ensino”, “educação computacional”, “aprendizagem *on-line*”, “ciências”, “feminino”, “sistemas de aprendizagem” e “robótica”, demonstrando a tendência dos últimos anos para uma educação curricular em STEAM voltada para a área da tecnologia, como a robótica e procedimentos computacionais, com foco para o estudante.

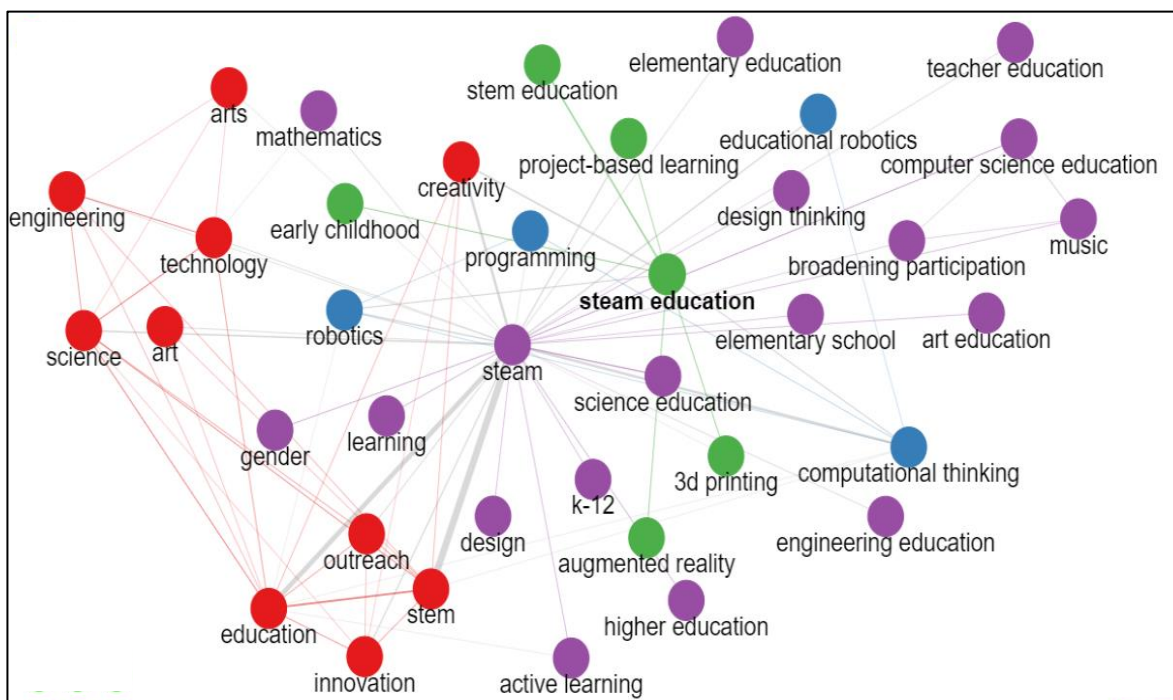
Tabela 8 - As 10 palavras-chave mais frequentes dos autores nas publicações da Educação STEAM no *Scopus*

Palavras	Frequência	Palavras	Frequência
Educação em Engenharia	376	Tecnologia	142
Estudantes	348	Humano	133
STEAM	304	Ensino	123
Educação	235	Educação em computação	117
Currículo	156	Artigo	95

Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

O mapeamento de rede de coocorrência de 50 palavras-chave mais utilizadas pelos autores auxilia na identificação das combinações de temas realizadas pelos autores (como mostra a Figura 18).

Figura 18 - Rede de coocorrência das 50 palavras-chave mais utilizadas pelos autores nas publicações de Educação STEAM a partir do *Scopus*

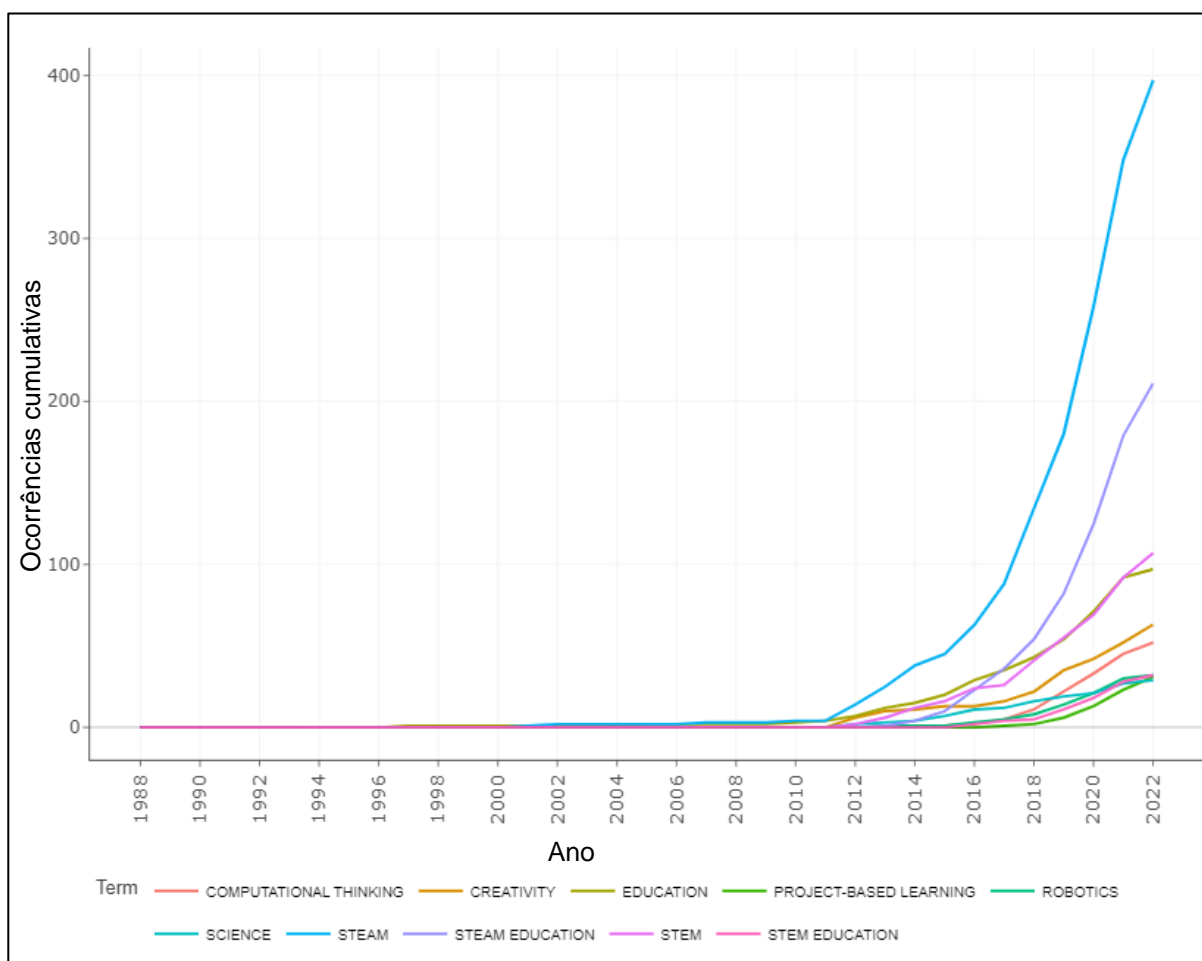


Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

Nesse mapeamento, as cores são usadas para indicar a formação de cada agrupamento, como, por exemplo, a cor púrpura, com temas combinados pelos vértices como o STEAM, ensino, gênero, *design*, aprendizagem ativa, ensino médio e fundamental, música, educação artística, entre outros. Em contrapartida, pela cor verde são conectados temas como a Educação STEAM, aprendizagem baseada em problemas, impressora 3D, realidade aumentada e primeira infância.

A Figura 19, por outro lado, mostra uma linha do tempo das palavras-chave, sendo possível identificar o crescimento do termo STEAM e Educação STEAM nas últimas décadas. Dessa forma, esses números comprovam a tendência do movimento STEAM se tornar mais presente nas pesquisas acadêmicas sobre educação a partir de 2010.

Figura 19 - Linha do tempo das palavras-chave das publicações da Educação STEAM no *Scopus* até o ano de 2022

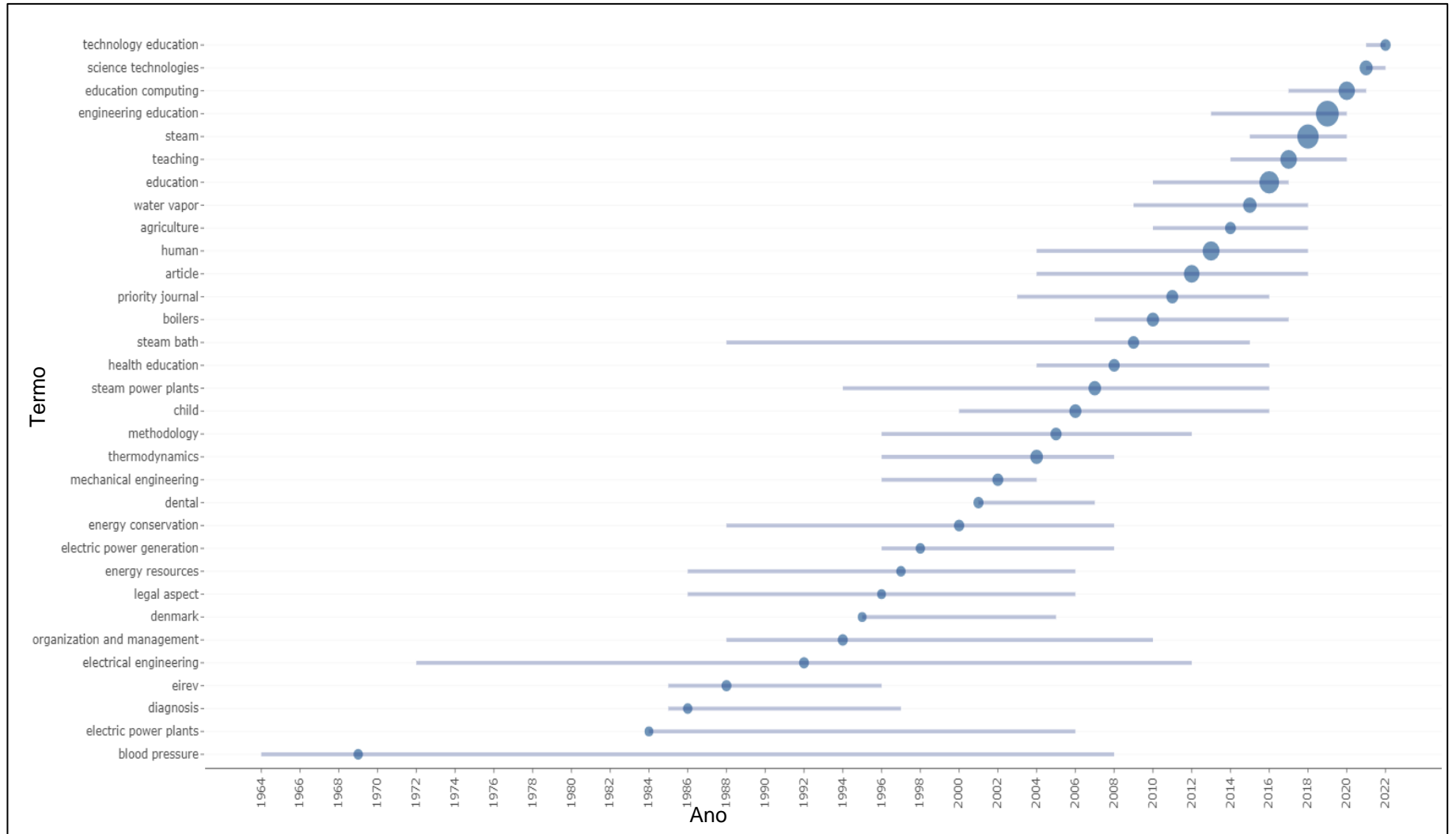


Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

Assim, a palavra-chave STEAM obtém uma linha crescente vertiginosa após o ano de 2010 com temas voltados para a educação, enquanto, antes desse período, os temas relacionados ao termo eram voltados para as áreas da engenharia, da medicina e da física. Fato que justifica nesta pesquisa, o encontro de estudos anteriores ao ano de 2008, reafirmando-se a relação de variados sentidos da palavra-chave STEAM e da Educação STEAM.

A seguir, a Figura 20 apresenta, similarmente, os tópicos relevantes ao longo dos anos. Essa imagem difere da outra por mostrar os temas de maneira mais aprofundada, inclusive com o período em que ocorreram. Oferece, também, uma melhor visualização dos temas mais populares entre os anos de 1960 e 2008. Em 1960, os temas eram sobre engenharia, diagnósticos, administração, questões jurídicas, etc., mas em 2008, são focados em educação, como ensino, STEAM, educação tecnológica, educação científica, educação computacional, etc.

Figura 20 - A tendência de pesquisa anual nos tópicos em alta do termo “STEAM education” nas publicações do Scopus até o ano de 2022



Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

Como mostram os resultados apresentados na Tabela 8 e as Figuras 17, 18 e 20, há uma ênfase na educação das áreas tecnológicas. No período de 1990 a 2000, quando se dava a educação STEM, houve críticas ao afastamento das áreas de S.T.E.M (BLACKLEY; HOWELL, 2015; SANDERS, 2009). Essa tendência também é notada na Educação STEAM, uma vez que os tópicos mais populares estão relacionados à tecnologia, como robótica e pensamento computacional.

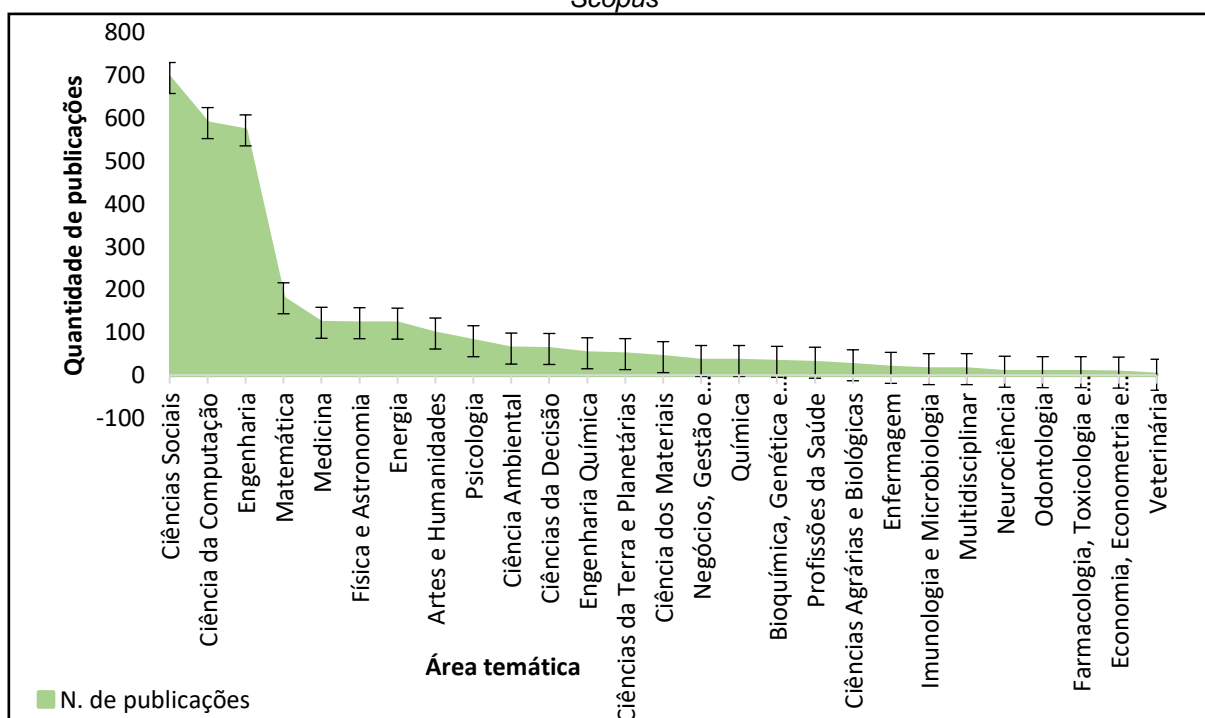
Esses dados demonstram a dificuldade de compreender o que é a Educação STEAM, como a integração do conhecimento. Embora ainda haja uma resistência quanto à integração, como discutido anteriormente, essa ligação não é simples de ser realizada, de tal forma que a inclusão das artes foi para melhorar a conexão entre as áreas que compreendem ciência, matemática, tecnologia e engenharia com a do desenvolvimento humano, social e criativo.

A seguir, apresentaremos a análise descritiva por áreas temáticas e os autores mais citados da área com maior número de publicações.

4.1.3 Documentos por áreas temáticas

Nesta subseção, serão analisados os dados por áreas temáticas (Figura 21).

Figura 21 - Gráfico referente as áreas temáticas das publicações da Educação STEAM a partir do *Scopus*



Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

Com base no gráfico, é possível destacar que a área das Ciências Sociais se encontra em destaque, seguida da Ciência da Computação e Engenharia.

Já a Tabela 9 apresenta a quantidade de documentos por área temática. Com base nestes dados, é possível identificar a diversidade de áreas temáticas correlacionadas com o objeto de estudo.

Tabela 9 - As principais áreas temáticas das publicações de Educação STEAM por quantidade de documentos no *Scopus*

Áreas temáticas	N. Documentos	Áreas temáticas	N. Documentos
Ciências Sociais	692	Psicologia	79
Ciência da Computação	587	Ciência Ambiental	62
Engenharia	570	Ciências da Decisão	61
Matemática	179	Engenharia Química	51
Medicina	122	Ciências da Terra e Planetárias	49
Física e Astronomia	121	Ciência dos Materiais	42
Energia	120	Negócios, Gestão e Contabilidade	33
Artes e Humanidades	97	Química	33

Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

Identificamos uma Educação STEAM com ênfase para tecnologia na subseção 4.1.2. Por outro lado, é relevante notar que a área das Ciências Sociais é a que possui o maior número de publicações até agora. A maioria das pesquisas estão vinculadas às ciências humanas.

Diante desse fato, a Tabela 10 a seguir apresenta os dez autores mais citados nas Ciências Sociais, para identificar quais são as principais discussões e pesquisas presentes nesta área temática.

Tabela 10 - Os 10 autores mais citados nas publicações da área das Ciências Sociais no *Scopus*

N.	Autores	Ano	N. Citações
01	English, L. D.	2017	119
02	Perignat, E.; Katz-Buonincontro, J.	2019	113
03	Ambrose, S. A.; Amon, C. H.	1997	95
04	Liao, C.	2013	85
05	Waite, S.	2011	83
06	Herro, D.; Quigley, C.	2017	72
07	Sochacka, N. W.; Guyotte, K. W.; Walther, J.; Kellam, N. N.	2016	68
08	Quigley, C. F.; Herro, D.	2016	69
09	Hills, J.; Sefton, T.; Stewart, K.	2009	69
10	Sullivan, A.; Bers, M. U.	2018	68

Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

Na Tabela 11, são descritos o título e o tipo de documento correspondente aos autores da Tabela 10.

Tabela 11 - Título e tipo de documento dos 10 autores da área das Ciências Sociais no *Scopus*

N.	Título	Tipo
01	Avançando na educação STEM do ensino fundamental e médio	Artigo
02	STEAM na prática e na pesquisa: uma revisão integrativa da literatura	Artigo
03	Projeto sistemático de um curso de engenharia mecânica de primeiro ano no <i>Carnegie Mellon University</i>	Artigo
04	De Interdisciplinar a Transdisciplinar: Uma Abordagem Integrada às Artes para a Educação STEAM	Artigo
05	Ensinar e aprender fora da sala de aula: valores pessoais, pedagogias alternativas e padrões	Artigo
06	Explorando as percepções dos professores sobre o ensino STEAM por meio do desenvolvimento profissional: implicações para os formadores de professores	Artigo
07	Aprendendo juntos: Uma Exploração Auto etnográfica Colaborativa da Educação STEAM (STEM + Artes)	Artigo
08	"Encontrando a alegria no desconhecido": Implementação de práticas de ensino STEAM em salas de aula de ciências e matemática do ensino médio	Artigo
09	Rumo a uma sociedade mais igualitária? Pobreza, desigualdade e política desde 1997	Livro
10	Robôs dançantes: integrando arte, música e robótica nos centros da primeira infância de Cingapura	Artigo

Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

Com o intuito de aprofundar esse resultado para identificar os principais documentos sobre a Educação STEAM, apresentamos a seguir uma análise descritiva dos documentos encontrados e seu conteúdo referente ao nosso objeto de estudo.

4.1.3.1 Análise dos artigos referentes à Educação STEAM da área das Ciências Sociais no *Scopus*

Algumas dessas pesquisas não são pertencentes ao objeto de estudo. É o caso dos autores Ambrose e Amon (1997) e Waite (2011), que apesar de os artigos serem referentes à área da educação, não versam sobre a Educação STEAM. Outro apontamento é elaborado para os autores Hills, Sefton e Stewart (2009), pois seus estudos são referentes à Política Social e tratam a respeito da reforma previdenciária da Grã-Bretanha. Nesses casos, a palavra STEAM aparece devido a ser homônima a outras palavras como “vapor”, e frases como *letting off steam*, que possui a tradução de “desabafando”.

Assim, destacam-se os artigos referentes à Educação STEAM, nominando os documentos numericamente, seguindo a ordem crescente da Tabela 10.

O artigo 01 é de uma professora e pesquisadora do Departamento de Educação da *Queensland University of Technology*, localizado na Austrália, e nesse estudo apresenta sua análise acerca da Educação STEAM em seu país. A metodologia é de cunho qualitativo e descritivo. As discussões decorrem sobre o avanço da Educação STEM²⁸, as possíveis abordagens para a i-STEM, a inclusão do “A” no STEM e a respeito da equidade no acesso à educação.

Neste artigo, English (2017) aponta serem vários os desafios a serem enfrentados para utilizar a Educação STEAM e que ainda é difícil diagnosticar qual a abordagem mais eficaz para promover aptidões às áreas STEM. Além disso, foi identificado que as áreas de engenharia e matemática não recebem a atenção adequada, em comparação com as áreas de ciências e tecnologia, e, sendo consenso a importância da integração entre as áreas em atividades/projetos STEAM.

A respeito do alinhamento a ser escolhido pelo professor, ou seja, se tem que escolher entre “STEM” ou “STEAM”, a autora comenta que uma Educação STEAM apresenta desafios adicionais para os profissionais, uma vez que nessa perspectiva

²⁸ A autora utiliza a terminologia “Educação STEM”.

são demandados maiores conhecimentos e se necessita que as disciplinas recebam a atenção adequada (ENGLISH, 2017), posto que:

A confiança e a disposição do professor para implementar um programa STEM ou STEAM no qual duas ou mais disciplinas estejam integradas são essenciais, assim como os recursos curriculares para facilitar essa implementação (ENGLISH, 2017, p. S20, tradução própria).²⁹

Enquanto isso, o artigo 02 é de pesquisadoras da Escola de Educação da *Drexel University*, localizada na Filadélfia (EUA) e apresenta uma revisão integrativa da literatura, com o recorte temporal de 2007 a 2018. Os dados levantados apresentaram a infinidade de definições sobre o conceito de “STEAM”, as diversas interpretações sobre o “A” e a escassez de resultados no campo da criatividade, da resolução de problemas e da educação artística (PERIGNAT; KATZ-BUONINCONTRO, 2019).

Além disso, as autoras do artigo 02 também encontraram uma infinidade de artigos de experimentos científicos sobre vapor e máquinas a vapor. Referente ao ensino, para integrar as disciplinas STEAM, foram detectados cinco tipos de trabalho: transdisciplinar, interdisciplinar, multidisciplinar, *cross-disciplinary*³⁰ e integração artística. As autoras examinaram que a inclusão das artes em alguns estudos está relacionada à área da educação artística, no entanto, as definições variam, uma vez que apontam a falta de consenso sobre as definições da educação STEAM entre os pesquisadores. Elas asseveram que, devido a isso, é dificultado o desenvolvimento de um modelo pedagógico eficiente e universal (PERIGNAT; KATZ-BUONINCONTRO, 2019).

A investigação apoia a noção de que a educação artística, em particular, provoca muitos benefícios cognitivos para os alunos, portanto, deve ser integrado (de volta) ao aprendizado. É por essas razões que defendemos que acadêmicos e pesquisadores devem reconhecer universalmente a integração da educação artística, especificamente, na educação STEAM (PERIGNAT; KATZ-BUONINCONTRO, 2019, p. 40, tradução própria).³¹

²⁹ No original: “Teacher confidence and willingness to implement a STEM or STEAM program in which two or more of the disciplines are integrated are essential, as are curriculum resources to facilitate such implementation”.

³⁰ Ao traduzir esse termo, no literal, é sobre a Interdisciplinaridade, porém, se trata de incorporar uma disciplina pela perspectiva de outra, por exemplo: a física da música (PERIGNAT; KATZ-BUONINCONTRO, 2019).

³¹ No original: “Research supports the notion that arts education, in particular, elicits many cognitive benefits to students and therefore should be integrated (back) into learning. It is for these reasons we argue that scholars and researchers should universally acknowledge the integration of arts education, specifically, within STEAM education”.

A autora do artigo 04 é mestre em educação artística e professora da faculdade de educação, *University of North Carolina*, localizada nos EUA. A autora, ao analisar estratégias para progredir a Educação STEAM de interdisciplinar para transdisciplinar, sugere uma abordagem integrada às artes ou Abordagem arte-integradas para Educação STEAM.

Nessa perspectiva, a abordagem demanda do processo criativo não somente para a apropriação do conhecimento, mas também para o desenvolvimento de habilidades como comunicação e colaboração. Além disso, a abordagem pode ser um meio para impulsionar a Educação STEAM e a autora aponta que o que diferencia de uma educação artística interdisciplinar é o espaço transdisciplinar que ela proporciona para uma sociedade mais justa e inovadora (LIAO, 2016).

Os pesquisadores do artigo 06 são da *Clemson University*, Carolina do Sul (EUA) e apresentam um estudo de caso descritivo, de cunho qualitativo, com 21 professores de matemática e ciências, em uma escola do ensino médio, para examinar as concepções e práticas desses professores antes e depois de um projeto i-STEAM.

Com base nos resultados, as autoras identificaram alguns pontos de dificuldades que os professores têm a respeito da Educação STEAM, como: limitação do entendimento do que é o STEAM — apesar de a maioria ter treinamento ou conhecimento sobre o tema e também — e a falta de integração das disciplinas. Após a aplicação do projeto, foi possível identificar um entendimento mais aprofundado do que é a Educação STEAM e a importância de projetos de fomento da aprendizagem, além da utilização dos professores de tecnologias para apresentações mais criativas (HERRO; QUIGLEY, 2017).

Os autores do artigo 07, Sochacka e Walther, são professores do Colegiado de Engenharia da *University of Georgia*; Guyotte é do Departamento de Estudos Educacionais em Psicologia, Pesquisa, Metodologia e Aconselhamento na *The University of Alabama*, ambas localizadas nos Estados Unidos da América. Nesse artigo, relatam suas trajetórias como professores de educação artística que lecionam para a engenharia ambiental e o envolvimento deles na Educação STEAM. Por meio de uma autoetnografia, a qual é direcionada a educadores de engenharia, apontam a importância de uma aprendizagem com busca ativa e colaborativa de significados, aperfeiçoamento e mudança social (SOCHACKA; GUYOTTE; WALTHER, 2016).

Os autores apontam os pontos negativos da inclusão das artes como apenas um meio para a criatividade, uma vez que a educação artística não se resume a apenas essa intenção de conhecimento. O ensino por meio da educação artística é considerado mais facilitador do que os meios tradicionais autoritários das engenharias (SOCHACKA; GUYOTTE; WALTHER, 2016).

Também se discute como a aprendizagem baseada em problemas pode ser utilizada para a obtenção e construção de novas ideias e formação de conhecimentos em conjunto, pois assim se abre espaço para um entendimento crítico por meio da investigação e ampla consciência (SOCHACKA; GUYOTTE; WALTHER, 2016).

No artigo 08, os autores são os mesmos do artigo 06 e têm a atenção voltada para o ensino de matemática e ciências do ensino médio. Nesse artigo, os autores objetivam investigar a implementação do currículo baseado em STEAM nas salas de aula, uma vez que, nos EUA, como já mencionado, houve alterações no nível curricular das escolas do ensino básico. Desse modo, a Educação STEAM está presente nas escolas K-12³², nas quais o currículo é voltado para os programas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (QUIGLEY; HERRO, 2016).

Desse modo, esse estudo relata a experiência de Quigley e Herro (2016) ao desenvolver a formação complementar de professores para a abertura de uma escola STEAM no sudoeste dos EUA. Assim, por meio da pesquisa qualitativa, foi avaliado como os professores entendem e implementam as práticas STEAM em sala de aula, por meio de diários, observação, discussões *on-line* e objetos de ensino. Para isso, os códigos estabelecidos para identificar se os professores adotam o STEAM foram: interdisciplinaridade, transdisciplinaridade, aprendizagem baseada em problemas, integração de tecnologias, e atenção às artes e humanidades, assim como a escolha do tema pelo aluno.

Ao avaliar os resultados do curso de formação, as autoras apontam a relação da motivação para aprender, em que o aluno é estimulado a escolher temas de seu interesse. Nesse trabalho, o vínculo forte com a tecnologia também é salientado, posto que ela está presente em diferentes ferramentas que vão desde programação e robótica até a criação de filmes, cartazes digitais, infográficos, etc. (QUIGLEY; HERRO, 2016).

³² É uma sigla que dá nome às escolas primárias (*elementary - middle schools*) e secundárias (*high schools*) dos Estados Unidos, que vão do jardim de infância (*kindergartens*) até o ensino médio. O último ano numericamente é o 12º ano. Fonte: Departamento de educação dos EUA (NCES, 2023).

Nesse sentido, o acesso a esses recursos é um elemento presente nas dificuldades dos professores ao implementar a Educação STEAM. Outra dificuldade identificada é a da integração do ensino transdisciplinar e das artes nas atividades STEAM, além do modo de avaliação com testes padronizados, uma vez que são mantidas as avaliações de referência federais e estaduais. Assim, os professores têm que adaptar a avaliação formativa para uma avaliação tradicional (QUIGLEY; HERRO, 2016).

É importante ressaltar que essas dificuldades são semelhantes às encontradas no sistema de ensino brasileiro, conforme apontado na revisão bibliográfica desta dissertação. No que lhe concerne a implementação da Educação STEAM, tal como conceitualizada, demanda diversas dimensões do âmbito escolar para seu completo funcionamento: tanto dimensões físicas, como a infraestrutura e recursos adequados; quanto dimensões cognitivas e mentais, como a da formação e motivação dos profissionais para o exercício do ensino e aprendizagem.

Ao final do artigo 08, as autoras apontam a necessidade de conceber um modelo que define o que é em prática a Educação STEAM, visto que os professores apresentaram dificuldades na compreensão do que seria um ensino em STEAM. Assim sendo, apresentam o *STEAM Classroom Assessment of Learning Experiences*³³ (SCALE) que seria um modelo para melhorar o ensino STEAM e impactar o aprendizado STEAM (QUIGLEY HERRO, 2016).

O corpo docente da *Clemson University's College of Education* produziu esse modelo chamado SCALE, para que as escolas do distrito utilizem para definir, planejar, implementar e avaliar o ensino em STEAM. As autoras do artigo 08 apontam para o desenvolvimento desse modelo, porém, neste artigo não são fornecidos maiores detalhes. Dados do site da Universidade de *Clemson* apresentam atualizações sobre o modelo SCALE:

O modelo SCALE inclui abordagens instrucionais, estratégias de avaliação, alinhamento de disciplinas e procedimentos de integração de disciplinas. A partir do modelo SCALE, desenvolvemos uma ferramenta de observação de professores, que ajudará os professores a entender quais práticas estão implementando eficazmente e quais práticas precisam para trabalhar em uma implementação bem-sucedida (CLEMSON UNIVERSITY, 2022).³⁴

³³ Tradução: Avaliação de Experiências de Aprendizagem em Sala de Aula STEAM.

³⁴ No original: "The SCALE model includes instructional approaches, assessment strategies, subject-matter alignment and discipline integration procedures. From the SCALE model, we have developed a teacher observation tool, which will support teachers in understanding which practices that they are implementing effectively and which practices that they need to work on successful implementation."

Um breve adendo a respeito das pesquisadoras Quigley e Herro (2016; 2017) e o corpo docente da *Clemson University's College of Education* que desenvolveram e implementaram nos últimos anos currículos baseados na Educação STEAM em escolas do sudoeste dos EUA é que eles oferecem em parceria com os municípios a formação complementar dos professores. Com isso, conseqüentemente, houve impacto diretamente nos cursos do ensino superior, como graduação e pós-graduação voltadas para a educação (CLEMSON UNIVERSITY, 2022).

Em continuidade a nossa análise, no artigo 10 a pesquisadora Marina Bers é professora da *Lynch School of Education and Human Development* e do Departamento de Ciência da Computação do *Boston College* (DEVTECH, 2022), enquanto, a autora Amanda Sullivan é pesquisadora da tecnologia, igualdade de gênero e STEAM na educação (SULLIVAN, 2022). Ambas investigam a utilização da tecnologia e aprendizagem para o desenvolvimento positivo das crianças.

O artigo em questão retrata o vínculo entre a iniciativa governamental de Cingapura com o Programa *Playmaker* e o kit de robótica KIBO, financiado pela NSF. O Programa *Playmaker* foi instaurado para crianças de idade pré-escolar, para um ensino de robótica e de codificação envolvendo o lúdico e a brincadeira. KIBO foi construído para as demandas de desenvolvimento das crianças, pautado no programa: *Dances from Around the World*³⁵, desenvolvido pelo *DevTech Research Group*. Logo, “[...] é um currículo de robótica e programação da KIBO que promove a integração de conceitos de tecnologia e engenharia com a exploração da música e da cultura” (SULLIVAN; BERS, 2018, p. 330)³⁶.

A investigação deste estudo teve como amostra 98 crianças, de idade entre 3 e 6 anos, com o propósito de identificar quais conceitos de programação as crianças dominariam após a exposição ao KIBO, o seu interesse pelas atividades e a experiência dos professores envolvidos. Os resultados analisados foram obtidos por avaliações, observação do comportamento, entrevista com professores e diários. O projeto foi planejado e adaptado pelos professores das cinco escolas participantes, os quais receberam previamente um curso preparatório do kit de robótica (SULLIVAN; BERS, 2018).

³⁵ Tradução: Danças de todo do Mundo.

³⁶ No original: “[...] is a KIBO robotics and programming curriculum that promotes an integration of technology and engineering concepts with an exploration of music and culture.”

O KIBO é um kit de construção de robótica que possui *hardware*³⁷ e *software*. Sua aparência é semelhante a um brinquedo de blocos de programação tangíveis que direcionam o robô conforme o código presente nos blocos. Não há telas, computador ou *tablet*³⁸ envolvidos no processo (SULLIVAN; BERS, 2018). Maiores detalhes do projeto podem ser vistos no artigo 08.

Segundo as autoras Sullivan e Bers (2018), esse foi o primeiro estudo do programa fora dos EUA e, nesse caso, os resultados podem ter sofrido avarias devido à língua e à cultura. No entanto, é uma pesquisa importante, ao ser a primeira a ser implementada em sala de aula pelos próprios professores e não pela equipe de pesquisadores. Os resultados dessas experiências apontaram ganhos que mostram a compreensão de conceitos básicos de programação, como também a aquisição do conhecimento rapidamente pelas crianças. A vista disso, a experiência possibilitou o estudo entre as culturas, e o levantamento e análise do projeto pode ajudar no entendimento de quais conceitos, ferramentas e abordagem da Educação STEAM é universal ou específico para a cultura.

Após apresentar as principais publicações das Ciências Sociais a partir da base de dados *Scopus*, procederemos à apresentação da análise descritiva dos autores de maior impacto segundo a análise de rede de trabalho, das citações e cocitações em documentos, autores e fontes.

4.1.4 Autores de maior impacto

Nesta subseção serão apresentados os autores de maior impacto no mundo, dentre os 4088 da base de dados *Scopus* que foram identificados na análise bibliométrica.

Em primeiro lugar, expõe-se a Figura 22 que mostra a rede de cocitação entre autores. Podemos identificar alguns dos autores que fundamentam a revisão bibliográfica dessa dissertação como Yakman, Sanders, Colucci-Gray, Perignat e Quigley. Segundo Grácio (2016), o nível de intensidade de ligação entre os autores é resultado das citações desse conteúdo pela comunidade acadêmica, logo,

³⁷ Conjunto de unidades físicas, componentes, circuitos integrados, discos e mecanismos que compõem um computador ou seus periféricos. Fonte: Dicionário (MICHAELIS, 2023).

³⁸ Microcomputador composto de uma tela sensível ao toque, que é acionada pelo toque dos dedos. Fonte: Dicionário (MICHAELIS, 2023).

Tabela 12 - Os 10 autores de maior impacto do mundo sobre as publicações da busca pela Educação STEAM no *Scopus*

N.	Autores	Ano	N. Citações
11	Piperopoulos, P.	2015	323
12	Mujumdar, A. S.	2004	136
13	Rao, S. K.	2018	130
14	Land, M. H.	2013	126
15	English, L. D.	2017	118
16	Perignat, E.	2019	110
17	Horlock, J. H.	2003	108
18	Barma, M. C.	2017	105
19	Ambrose, A. S.	1997	93
20	Peppler, K.	2013	88

Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

Na Tabela 13, são descritos o título e o tipo de documento correspondente aos autores da Tabela 12.

Tabela 13 - Título e tipo de documento dos 10 autores mais citados no mundo nas publicações sobre Educação STEAM no *Scopus*

N.	Título	Documento
11	Estourar bolhas ou construir vapor? Educação Empreendedora, Autoeficácia Empreendedora e Intenções Empreendedoras	Artigo
12	Pesquisa e desenvolvimento em secagem: tendências recentes e perspectivas futuras	Artigo
13	Impacto das Tecnologias 5G na Indústria 4.0	Artigo
14	Totalmente STEAM à frente: os benefícios de integrar as artes no STEM	Artigo
15	Avançando na educação STEM do ensino fundamental e médio	Artigo
16	STEAM na prática e na pesquisa: uma revisão integrativa da literatura	Artigo
17	Ciclos avançados de turbinas a gás: uma breve revisão da termodinâmica de geração de energia	Livro
18	Uma revisão sobre o uso de energia das caldeiras, economia de energia e redução de emissões	Artigo
19	Projeto sistemático de um curso de engenharia mecânica de primeiro ano no <i>Carnegie Mellon University</i>	Artigo
20	Educação em computação com tecnologia STEAM: usando e-têxteis para integrar as artes e o STEM	Artigo

Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

Assim, o artigo 11 é o artigo mais citado no mundo todo em 2022, sendo intitulado: '*Estourar bolhas ou construir vapor? Educação Empreendedora, Autoeficácia Empreendedora e Intenções Empreendedoras*'³⁹. No entanto, apesar de

³⁹ No original: "*Burst Bubbles or Build Steam? Entrepreneurship Education, Entrepreneurial Self-Efficacy, and Entrepreneurial Intentions.*"

conter a palavra “STEAM” em seu título, o artigo não é sobre a Educação STEAM, mas, sim, sobre empreendedorismo e educação. É importante destacar que, ao ser utilizada a frase “*Estourar bolhas ou construir vapor*”, isso faz com esse trabalho seja incluído na lista de resultados. A mesma análise é válida para os trabalhos de Mujumdar (2004), Rao e Prasad (2018), Horlock (2003), Barma *et al.* (2017) e Ambrose e Amon (1997).

Conforme as Tabelas 12 e 13, os autores de maior impacto no *Scopus* sobre Educação STEAM são Land (126), English (118), Perignat (110) e Peppler (88). De antemão, as autoras dos artigos 15 e 16 já foram registradas neste capítulo anteriormente.

Dessa forma, continuamos com a caracterização dos artigos 14 e 20, respectivamente, com a finalidade de aprofundar esse resultado identificando seu conteúdo em relação ao nosso objeto de estudo.

4.1.4.1 Análise dos artigos referentes à Educação STEAM dos autores de maior impacto no *Scopus*

No artigo 14, a autora é especialista em educação artística (EUA) e em seu trabalho apoia a iniciativa de integrar as artes no STEAM. Assim, se discute a respeito da importância da motivação do aluno para tornar a Educação STEAM mais atraente e, para isso ocorrer, a inclusão das artes seria o elemento fundamental, visto que oportuniza espaço para o aluno pensar, expressar e gerar uma conexão pessoal com o objeto de estudo.

Ainda nesse contexto é constatado que os alunos recém-formados nas áreas das ciências exatas dos EUA possuem dificuldades em se automotivar e raramente são curiosos, reforçando que a inclusão da educação artística preenche essa lacuna. Segundo a autora, para o progresso de um país, é necessário mais que o desenvolvimento de tecnologia, mas também da criatividade, posto que, quando o conhecimento é integrado às artes e às ciências, abre-se um número maior de soluções para um problema criativamente (LAND, 2013).

Land (2013) aponta que, ao implementar em sala de aula o STEAM, os profissionais envolvidos devem estar dispostos a trabalhar em cooperação, a planejar e a ensinar. Segundo a autora, a união de áreas, aparentemente distintas, faz com que se proporcione ao educando conhecimentos novos, conectados por meio de um

conceito totalizante. Nesse caso, esse conceito funciona como um elo entre as áreas do conhecimento.

No artigo 20, é avaliado como a incorporação de novas tecnologias pode ampliar a participação, principalmente das mulheres, e melhorar os resultados da aprendizagem. A autora é professora de Informática e Educação da *University of California*, possui experiência na educação em artes, construcionismo, criatividade, cultura *maker* e ciência da computação.

Sua pesquisa consiste em apresentar possibilidades de inserção de tecnologias por meio de ferramentas diversificadas, fora do comum, mas em expansão, como os e-têxteis, que consistem em materiais como tecidos com eletrônicos ou computadores embutidos. A inclusão de um recurso instrucional que não necessariamente seja um robô automotivo, pode facilitar as iniciativas STEAM para o envolvimento do público feminino, como os e-têxteis, que partilham de técnicas que envolvem outros conhecimentos como de costura, crochê e tricô, que, são tradicionalmente direcionados ao gênero feminino (PEPPLER, 2013).

Além disso, a diversidade de materiais e ferramentas permite aprofundar o que sabem sobre determinados assuntos. Como nas artes, a utilização de diferentes materiais, mas com cores parecidas, podem gerar diferentes resultados. A experiência de observação, identificação e construção destes novos significados amplifica a apropriação do conhecimento pelos alunos (PEPPLER, 2013). Como a autora explica:

O desenvolvimento de linhas de contraste entre diversos materiais, ferramentas e mídias força os alunos a reexaminar o que sabem em um contexto quando observam o mesmo fenômeno ocorrendo em um novo contexto. Por exemplo, a mistura de cores com tinta e luz são radicalmente diferentes, e destacar as propriedades do pigmento e da luz motiva os alunos a perguntar sobre essas diferenças. Da mesma forma, mover-se entre os domínios digital e físico clareia como o código de computador na tela se relaciona com o controle de materiais físicos em nosso ambiente (PEPPLER, 2013, p. 42, tradução própria).⁴⁰

A seguir, a Tabela 14 apresenta as referências mais citadas. Rapidamente é possível identificar nomes já apresentados neste subcapítulo como Land, Liao, Perignat, Katz-Buonincontro, Guyotte e Sochacka.

⁴⁰ No original: “Developing lines of contrast between diverse materials, tools, and media forces learners to reexamine what they know in one context when they see the same phenomenon play out in a new context. For example, color mixing with paint and light are radically different, and highlighting the properties of pigment and light motivates students to ask about these differences. Similarly, moving between the digital and physical domains illuminates how computer code on the screen relates to the control of physical materials in our environment”.

Tabela 14 - Autores das referências mais citadas nas publicações sobre Educação STEAM no *Scopus*

N.	Autores	Ano	N. Citações
21	Bequette, J. W.; Bequette, M. B.	2012	26
22	Land, M. H.	2013	23
23	Liao, C.	2016	21
24	Nollet, J. A.	1754	21
25	Perignat, E.; Katz-Buonincontro, J.	2019	21
26	Perignat, E.; Katz-Buonincontro, J.	2019	14
27	Park, N.	2011	13
28	Guyotte, K. W.; Sochacka, N. W.; Costantino, T. E.; Walther, J.; Kellam, N. N.	2014	10
29	Van Musschenbroek, P.	1769	10
30	Wing, J. M.	2006	10

Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

Na Tabela 15 são apresentados os títulos e tipos dos documentos das referências mais citadas.

Tabela 15 - Título e tipo de documento das referências mais citadas nas publicações sobre Educação STEAM no *Scopus*

N.	Título	Tipo
21	Um lugar para educação em arte e <i>design</i> na conversa STEM	Artigo
22	A todo vapor à frente: os benefícios da integração das artes em STEM	Artigo
23	Do interdisciplinar à transdisciplinar: uma abordagem integrada às artes para a Educação STEAM	Artigo
24	Aulas de Física Experimental	Livro
25	STEAM na prática e na pesquisa: uma revisão integrativa da literatura	Artigo
26	STEAM na prática e na pesquisa: uma revisão integrativa da literatura	Artigo
27	Implementação de plataforma de <i>middleware</i> terminal para computação RFID móvel	Artigo
28	STEAM como prática social: cultivando a criatividade em espaços transdisciplinares	Artigo
29	Curso de física experimental e matemática	Livro
30	Pensamento computacional	Artigo

Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

Novamente são encontrados trabalhos como os livros 24 e 29 e os artigos 27 e 30, que não condizem com o tema Educação STEAM, mas devido à atribuição da palavra STEM ou STEAM, acabam sendo incluídos nos resultados. Referente aos números 25 e 26, correspondem ao mesmo artigo já evidenciado anteriormente, na

Tabela 10. Nesse sentido, prosseguimos com a caracterização dos artigos 21 e 28, respectivamente.

Os autores do artigo 21 são professores pesquisadores do campo da educação com ênfase em artes e em engenharia. Neste trabalho, discutem sobre a associação do *design* ao campo da engenharia estabelecido no STEAM e apontam os benefícios e dificuldades de alinhar o processo criativo e o pensamento industrial na educação.

São apontados ainda alguns elementos de atenção para a integração de atividades STEAM em sala de aula, como a necessidade de avaliar se alguma área está se sobressaindo em relação às demais. Cita como exemplo a arte, inferindo que não deve ser utilizada apenas porque o aluno coloriu um objeto, mas sim por aprofundar os conhecimentos provenientes da educação artística. Desse modo, deve ser discutido e analisado por todos os professores como integralizar as conexões que viabilizam a atividade (BEQUETTE; BEQUETTE, 2012).

[...] o risco é que os alunos possam ser solicitados a colorir a ponte que constroem em uma aula de STEM sem falar sobre as escolhas que fizeram, ou podem falar sobre Leonardo da Vinci em uma aula de arte sem realmente considerar seu trabalho científico. (Ambos são episódios de ensino que testemunhamos nas escolas) (BEQUETTE; BEQUETTE, 2012, p. 46, tradução própria).⁴¹

Além disso, os autores destacam a importância de os professores identificar a motivação da escola em implementar a Educação STEAM, para que assim saibam nortear como a artes irá ser incluída. Os professores devem discutir em como encaixar a Artes conforme as possibilidades da instituição, ora com a educação artística, ora voltada para as ciências humanas (BEQUETTE; BEQUETTE, 2012).

Isso ocorre porque as áreas das ciências, matemática ou tecnológica não estão preparadas para o processo do pensamento artístico. Desse modo, os professores de artes devem estar incluídos nas discussões sobre um currículo, metodologias ou abordagem em Educação STEAM.

Do mesmo modo, no artigo 28, os autores, acima comentados, relatam a experiência, no ensino superior, da construção e aplicação de uma disciplina transdisciplinar envolvendo a educação artística, engenharia e arquitetura

⁴¹ No original: “*But the risk is that students might just be asked to color the bridge they build in a STEM lesson without talking about the choices they made, or might talk about Leonardo da Vinci in an art lesson without actually considering his scientific work*”.

paisagística, como também, o envolvimento da comunidade e a sustentabilidade ambiental.

Assim, com o propósito de inserir os aspectos sociais e culturais no processo de investigação e a solução de problemas, a disciplina envolveu a realização de um desafio de *design* complexo entre alunos de educação artística e engenharia em busca de uma solução para um problema ambiental. Segundo os autores, a disciplina ao incentivar a comunicação e cooperação entre alunos de áreas diferentes possibilitou a ampliação, aplicação e reconstrução dos conhecimentos. Ao colocar em prática as ideias, com a implementação dos projetos na comunidade, os alunos desenvolveram habilidades de socialização, investigação, pensamento crítico e criativo (GUYOTTE *et al.*, 2014).

A seguir, apresentaremos os dados sobre os países com maior produção e citação, conforme as fontes, autores e documentos.

4.1.5 Países de maior produção e citação

Nesta subseção são examinados os países onde estão localizadas as instituições de maior produção, dos 1664 documentos presentes na base de dados *Scopus*. A seguir, a Tabela 16 apresenta os 10 países de maior produção.

Tabela 16 - Perfil dos 10 países que mais publicaram sobre a Educação STEAM a partir do *Scopus*

País	Frequência	País	Frequência
Estados Unidos da América	834	Austrália	79
China	312	Finlândia	71
Espanha	189	Japão	68
Coréia do Sul	186	Germânia	67
Reino Unido	143	Grécia	62

Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

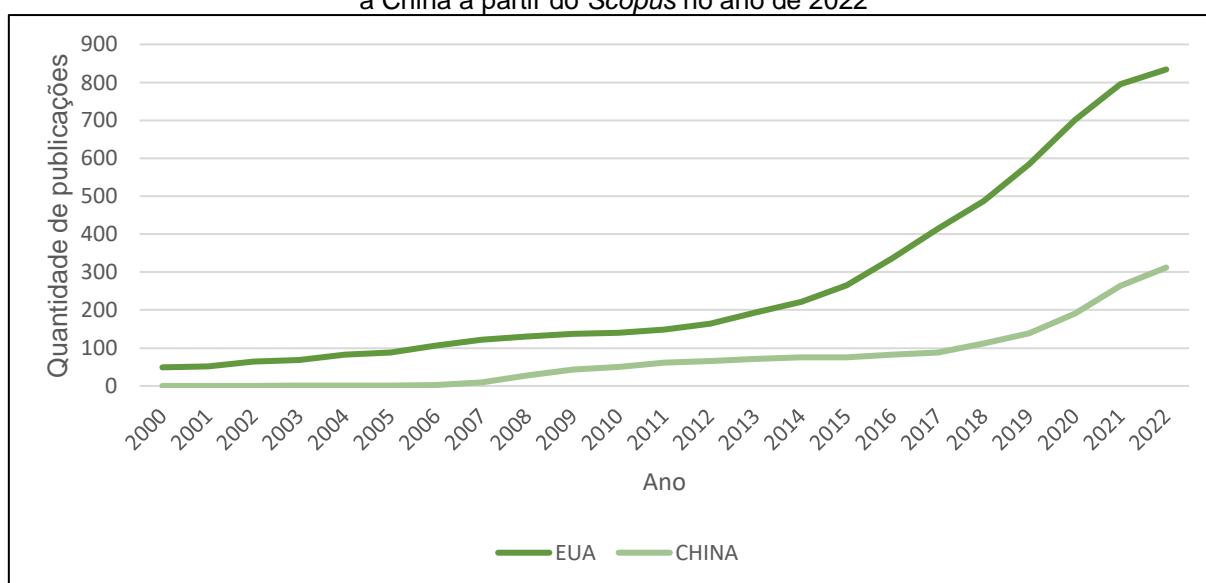
Entre os 10 países mais produtivos em termos de quantidade de publicação, em primeiro lugar está o EUA com 834 publicações, seguido da China com 312, Espanha com 189 em terceiro lugar e a Coréia do Sul em quarto lugar com 186 publicações.

Realmente, os EUA são principal fonte de informação e produção sobre as pesquisas em Educação STEAM, visto que, desde sua origem (Educação STEM), recebeu altos investimentos pelo governo americano para manter a competitividade

econômica e não perder a liderança na economia global devido à falta de profissionais e do baixo rendimento dos alunos em exames de admissão para as instituições de ensino superior de C&T.

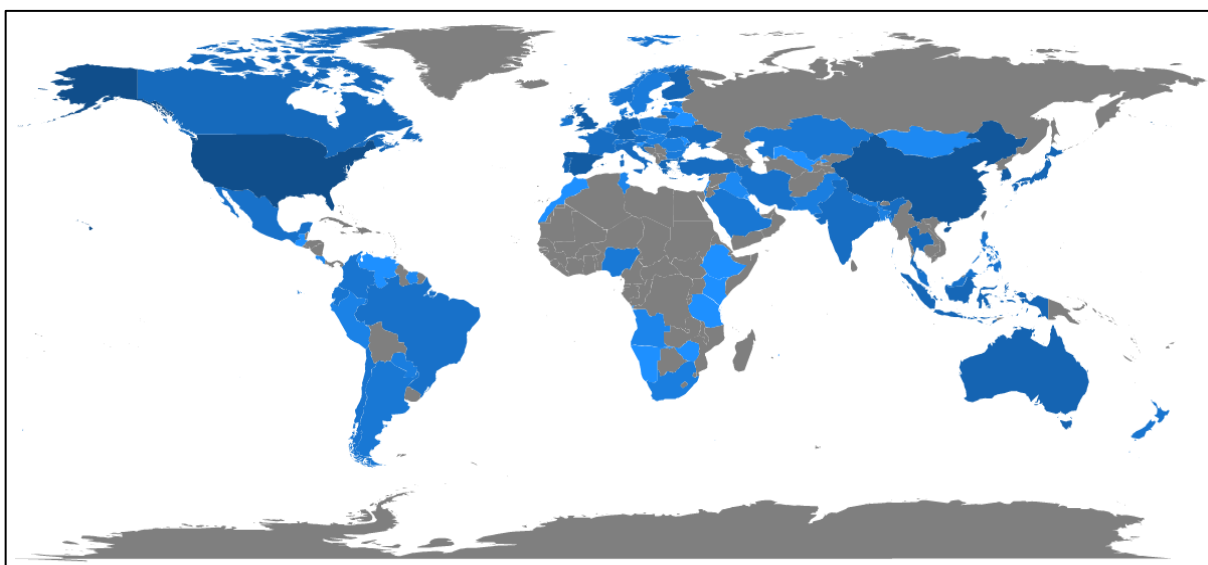
Os dados apontam (Figura 23) o crescimento exponencial de publicações nos EUA a partir de 2010. Em razão das décadas de investimentos para o incentivo ao acesso de alunos a cursos e oportunidades nas áreas das ciências exatas por meio de programas STEAM/STEM e escolas especializadas nessa educação.

Figura 23 - Gráfico comparativo da produção de pesquisas sobre Educação STEAM entre os EUA e a China a partir do *Scopus* no ano de 2022



Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

Em relação à China, a rivalidade e competitividade econômica e tecnológica com os EUA não é novidade, como Catterall (2017) evidencia a rápida adoção pelo país da Educação STEM. Os dados (Figura 23) mostram que nos últimos cinco anos a taxa de publicações sobre a Educação STEAM aumentou consideravelmente. Ainda, a Figura 24 apresenta a distribuição da produção científica ao nível mundial. A intensidade da cor azul indica a intensidade produtiva de cada país.

Figura 24 - Distribuição dos países mais produtivos ao nível mundial

Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

Em continuidade, na Tabela 17 são apresentados detalhadamente os países mais citados nas publicações. Entre os três países com maiores citações encontram-se os EUA com um total de 1684, Reino Unido com 667 e Coréia do Sul com 566.

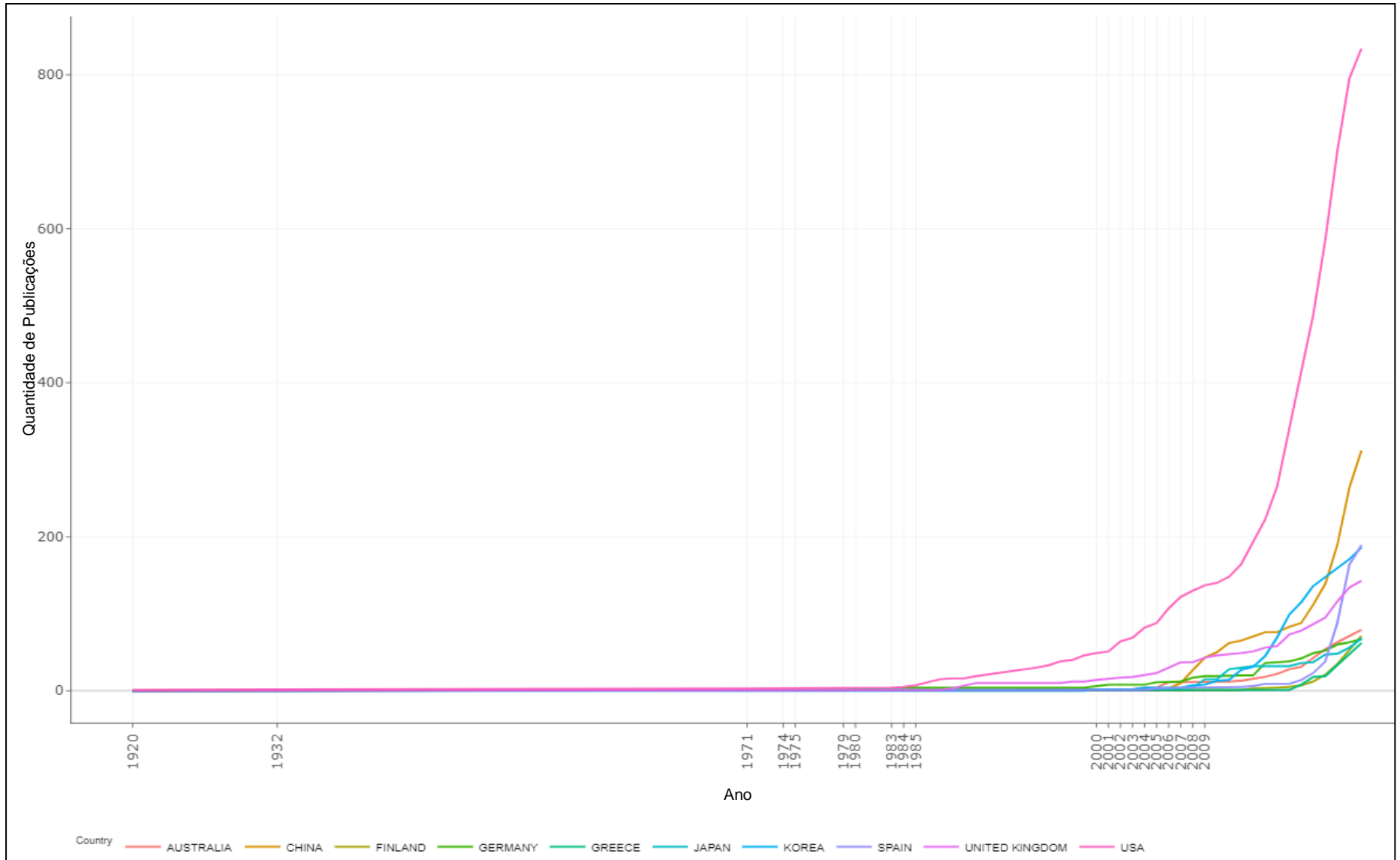
Tabela 17 - Países mais citados nas publicações de Educação STEAM na base de dados *Scopus* até o ano de 2022

País	Taxa citação	Citações médias de artigos
Estados Unidos da América	1684	8,86
Reino Unido	667	17,10
Coréia do Sul	566	5,10
China	548	4,03
Austrália	376	13,93
Espanha	294	5,07
Índia	195	19,50
Malásia	167	20,88
Singapura	159	79,50
Hong Kong	134	19,14

Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

A seguir, a Figura 25 exibe a produção dos países ao longo do tempo sobre a Educação STEAM. Identifica-se um crescimento exponencial sobre o objeto de estudo nos últimos anos.

Figura 25 - Produção sobre Educação STEAM dos países por ano a partir da base de dados Scopus



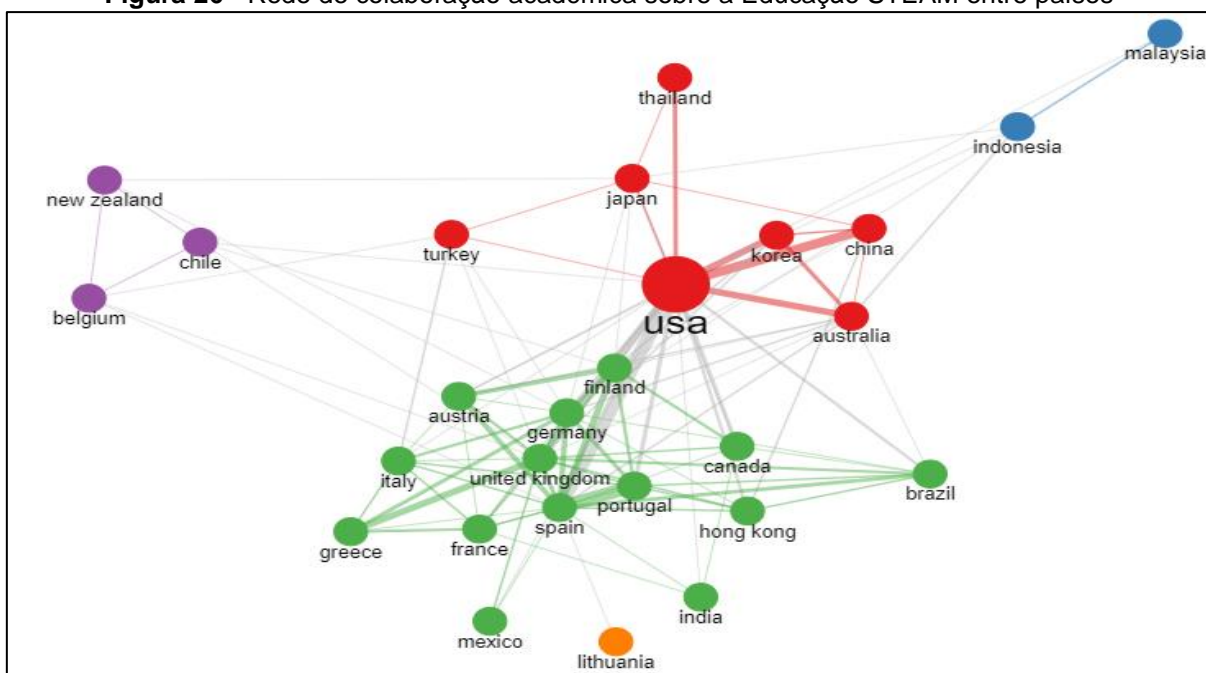
Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

Os EUA foram o primeiro país a iniciar a Educação STEAM e mantêm-se na liderança. Em segundo encontra-se o Reino Unido, em terceiro lugar a China seguida da Espanha em quarto lugar. O Brasil encontra-se em 23º lugar com 21 citações.

É válido ressaltar que o crescimento da Educação STEAM tem também impacto com a importação de pesquisadores experientes com o objeto desse estudo. Como Lisa Catterall, que é palestrante e instrutora no programa de especialistas estrangeiros do distrito de Chaoyang em Pequim, China, e como a Yakman na Coreia do Sul, que adotou a Educação STEAM na reforma educacional (RAZI; ZHOU, 2022).

Em compensação, a Figura 26 expõe a rede de colaboração entre os 30 principais países e é possível conferir a dinâmica colaborativa entre os países, assim como as relações colaborativas entre países que estão construindo discussões.

Figura 26 - Rede de colaboração acadêmica sobre a Educação STEAM entre países



Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

Importante ressaltar que as cores são usadas para indicar cada agrupamento de colaboração, como, por exemplo, o Brasil com o verde apresenta a conexão entre grupos de pesquisadores de Portugal, Espanha, Hong Kong, Reino Unido, entre outros. A cor púrpura apresenta a rede de colaboração entre a Nova Zelândia, Chile e Bélgica e assim por diante. Há uma baixa quantidade de trabalhos de pesquisadores brasileiros e uma maior ligação entre os autores dos Estados Unidos com a China, Coreia, Japão e Austrália.

A seguir, apresentaremos os dados sobre as principais fontes de Educação STEAM, segundo a identificação da cooperação entre autores, instituições e revistas.

4.1.6 Universidades, financiamento, periódicos e fontes

Nesta subseção são apresentadas as dez instituições que mais publicaram documentos, as agências de financiamento, os periódicos e fontes de maior relevância nos documentos da base de dados *Scopus*.

Analisando-se os dados da Tabela 18, verifica-se que os Estados Unidos lideram a listagem com duas universidades: *Georgia Institute of Technology* (32) e *Clemson University* (20). Em seguida, está a Coreia do Sul com a *Jeju National University* (21) e a *Korea National University of Education* (21).

Tabela 18 - Ranking de universidades por quantia de aparições em artigos da Educação STEAM no *Scopus*

País	Afiliação	Documentos
EUA	<i>Georgia Institute of Technology</i>	32
Coreia do Sul	<i>Jeju National University</i>	21
Coreia do Sul	<i>Korea National University of Education</i>	21
EUA	<i>Clemson University</i>	20
Finlândia	<i>University of Oulu</i>	15
Taiwan	<i>National Taiwan Normal University</i>	14
Finlândia	<i>University of Helsinki</i>	14
Áustria	<i>Johannes Kepler University</i>	12
Pensilvânia	<i>Drexel University</i>	11

Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

Com base nas análises realizadas até aqui, é possível inferir que a bibliometria da Educação STEAM é complexa, uma vez que o termo é utilizado para diversos significados e áreas do conhecimento. Dito isso, o diagrama de três campos, localizado na Figura 27, auxilia a identificar os principais tópicos dos documentos no *Scopus*, por meio da conexão entre o país (esquerda), as palavras-chave dos autores (centro) e a afiliação da publicação (direita).

Assim, com base nos dados apresentados no diagrama acima, foi sintetizado no Quadro 4 os dados referentes as temáticas de pesquisas realizadas nas dez principais instituições.

Quadro 4 - As tendências de pesquisas sobre o movimento STEAM nas principais instituições no *Scopus*

Afiliação	Palavras-chave
<i>Georgia Institute of Technology</i>	STEAM, Educação STEAM, educação, criatividade, pensamento computacional, inovação e arte
<i>Jeju National University</i>	STEAM, Educação STEAM, educação, STEM, ciências, criatividade e tecnologia
<i>Korea National University of Education</i>	STEAM, Educação STEAM, criatividade, robótica, Educação STEM e impressora 3D
<i>Clemson University</i>	STEAM, Educação STEAM, STEM, ABP, pensamento computacional
<i>University of Oulu</i>	STEAM, Educação STEAM, STEM e educação
<i>National Taiwan Normal University</i>	STEAM, Educação STEAM, STEM, programação, engenharia, tecnologia, ABP e criatividade
<i>University of Helsinki</i>	STEAM, Educação STEAM, STEM, Educação STEM, ABP, educação em ciências, arte
<i>Johannes Kepler University</i>	STEAM, Educação STEAM, Educação STEM, criatividade, pensamento computacional, ensino superior e realidade aumentada
<i>Drexel University</i>	STEAM, educação, Educação STEAM, criatividade e pensamento computacional

Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

Com base nesses dados, pode-se intuir que as principais produções publicadas na base de dados *Scopus*, aproximam-se realmente dos pressupostos teóricos da Educação STEAM.

Os 1664 documentos foram publicados em 848 fontes, dos quais apresentamos na Tabela 19, os mais relevantes. Nota-se em primeiro lugar uma revista voltada para a educação artística com 233 artigos. A saber, os artigos dos autores Bequette e Bequette (2012)⁴², Liao (2016)⁴³ e Guyotte *et al.* (2014)⁴⁴ foram publicados nesta revista.

⁴² Os autores estão na lista das dez referências mais citadas nas publicações sobre Educação STEAM no *Scopus*.

⁴³ Os autores estão na lista de mais citados nas publicações da área das Ciências Sociais no *Scopus*.

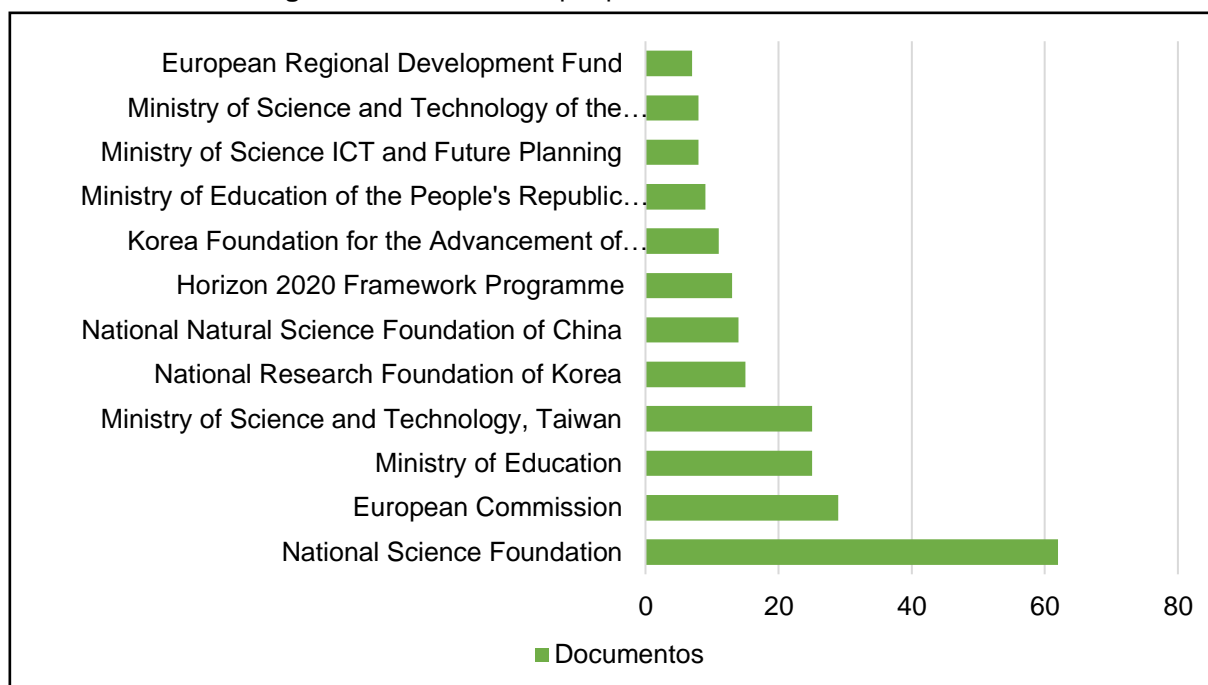
⁴⁴ Os autores estão na lista das dez referências mais citadas nas publicações sobre Educação STEAM no *Scopus*.

Tabela 19 - As dez revistas mais citadas na lista de referências a partir do *Scopus* até o ano 2022

Revistas	N.
<i>Art Education</i>	233
<i>Kryvyi Rih</i>	201
<i>International Journal of Science Education</i>	129
<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	128
<i>Thinking Skills and Creativity</i>	118
<i>International Journal of STEM Education</i>	113
<i>Sustainability</i>	113
<i>Science</i>	110
<i>Computers & Education</i>	106
<i>School Science and Mathematics</i>	102

Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

Por conseguinte, a Figura 28 apresenta as principais agências de financiamento das pesquisas, dado que o investimento e financiamento da pesquisa científica garante o progresso da ciência e do desenvolvimento tecnológico. Dito isso, as três principais agências de financiamento em pesquisas da Educação STEAM são a NSF, a Comissão Europeia e o Ministério da Educação.

Figura 28 - Documentos por patrocinador de financiamento

Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

De antemão, com base nos dados da *Scopus*, o Ministério da Educação se torna um nome amplo para vários países, a título de exemplo, como no Brasil. Nesse

caso, os países correspondentes ao intitulado Ministério da Educação nos documentos contidos na análise da *Scopus* são provenientes dos países da Coreia do Sul, Taiwan, Austrália e Noruega.

Dos 32 artigos da *Georgia Institute of Technology*, 13 tem afiliações com a NSF. Além disso, alguns autores que já foram mencionados, como Land, Peppler, Sullivan, Bers, Herro, Quigley, entre outros, também possuem afiliação com a NSF. Essa Fundação é uma agência governamental de grande importância para as pesquisas norte-americanas, somente na base de dados *Scopus* possui mais de 15 mil documentos associados. As principais áreas de financiamento são da Física, Astronomia, Engenharia e Ciências da Terra e Planetárias.

Em seguida, a Comissão Europeia é formada pelo governo da União Europeia do Reino Unido, possuindo mais de 30 mil documentos no *Scopus* dos quais patrocinaram, sendo que as áreas com maior presença são as Ciências Sociais, Física e Astronomia. O artigo mais citado financiado pela comissão é de Jesionkowska, Wild e Deval (2020), com 29 citações. Os autores relataram um estudo de caso envolvendo a Educação STEAM e Realidade Aumentada (RA) como um potencial recurso tecnológico educacional. O propósito da atividade foi de, por meio da aprendizagem ativa, o aluno do ensino médio criar um aplicativo de RA. Essa dinâmica proporcionou o desenvolvimento de habilidades complexas como simulações físicas, geometria computacional, pensamento e codificação computacional, além de conceitos de jogos e design.

No Quadro 5, a seguir, estão expostos os dez periódicos de maior relevância dentre os documentos obtidos por meio das listas de referências. Para avaliar o impacto desses artigos, destaca-se o Índice H. Esse índice, além de avaliar os autores, também é utilizado para revistas científicas e universidades.

Quadro 5 - Fontes de maior relevância dos documentos no *Scopus*

Fontes	Artigos	h_index
<i>ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings</i>	64	6
<i>ACM International Conference Proceeding Series (ACM)</i>	55	6
Notas de aula em Ciência da Computação (Incluindo notas de aula em Inteligência Artificial e notas de aula em Bioinformática)	50	6
<i>Journal of Physics: Conference Series</i>	29	3
<i>Proceedings of the International Astronautical Congress, IAC</i>	27	1
<i>Advances in Intelligent Systems and Computing</i>	22	3
<i>Frontiers of Energy and Power Engineering in China</i>	22	8
<i>Communications in Computer and Information Science</i>	21	3
<i>Education Sciences</i>	21	7
<i>IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)</i>	18	6

Fonte: Dados extraídos do Bibliometrix pela autora (2023).

A revista *Frontiers of Energy and Power Engineering in China* é a que possui maior impacto segundo o índice H, porém é a conferência *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings* que possui a maior quantidade de publicações (64), em seguida a *ACM International Conference Proceeding Series* com 55 publicações.

O artigo mais citado da Conferência *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings* é dos autores Sochacka, Guyotte, Walther, Kellam (2013) associados à *University of Georgia*.

Como mencionado anteriormente, os autores Sochacka, Guyotte, Walther e Kellam tem como especialidade os estudos a respeito da educação artística, além disso, são professores das áreas de educação artística, meio ambiente, engenharia civil e arquitetura, ou seja, praticam a interdisciplinaridade em suas profissões. Eles investigam a Educação STEAM com foco nas artes.

Em relação às pesquisas brasileiras, elas estão presentes na *ACM* com os documentos de Garcia-Holgado, Gonzales-González e Peixoto (2021), Rosa (2021), na *EDUCON* com os autores Silva, Bilessimo e Silva (2020) e Gonzalez *et al.* (2021) e na *Education Sciences* com os autores López, Rodrigues-Silva e Alsina (2021).

Em seguida, emitiremos um comentário geral a partir dos resultados apresentados.

4.2 DISCUSSÕES FINAIS DA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Como demonstrado, as análises realizadas até aqui permitiram uma apresentação minuciosa e mapeada dos dados bibliográficos, identificando o crescimento global da Educação STEAM ao longo dos anos.

Os dados demonstram o crescimento significativo de estudos sobre a Educação STEAM a partir de 2010, embora as discussões sobre a inclusão da área das Artes tenham começado em 2007. Ainda há debates acerca dessa temática, até os dias de hoje. Alguns pesquisadores a apoiam, relacionando-a com os conceitos da educação artística (LAND, 2013; LIAO, 2016; PERIGNAT; KATZ-BUONINCONTRO, 2019; SOCHACKA; GUYOTTE; WALTHER, 2016), enquanto outros cobram que esse espaço seja utilizado para aumentar o diálogo com as áreas, para incluir conteúdos sobre educação artística, diversidade cultural, ciência política, ciência social, entre outros (BEQUETTE; BEQUETTE, 2012; PEPPLER, 2013).

Dessa forma, podemos inferir alguns tópicos relevantes para discussão, segundo os artigos científicos e autores de maior impacto, como as dificuldades de compreensão do que é a Educação STEAM, o próprio uso incorreto do termo e conceitos, e a dificuldade da integração entre as áreas S.T.E.A.M. Sendo assim, como ponto crucial, destaca-se a necessidade da conexão do conhecimento entre as áreas, de modo igualitário.

Além disso, fica claro que é importante chegar a um acordo para a inserção das artes, uma vez que essas diferentes perspectivas confundem os outros educadores. Uma perspectiva transdisciplinar para a Educação STEAM contemplaria STEM+A. Já que essa não é uma questão que se limita às Artes, as diferentes interpretações do que era o STEM e hoje do que é o STEAM, interferem na integração das disciplinas. De acordo com Blackley e Howell (2015), os professores do ensino infantil enfrentam dificuldades para integrar os projetos STEM sem isolar cada área do conhecimento.

Como é demonstrado, os principais artigos identificados nesta pesquisa bibliométrica revelam que a Educação STEAM contempla diferentes formas de integração no ensino, que incluem a multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade, bem como também a integração artística e na aprendizagem baseada em problemas/projetos. Fica evidenciada a importância do ensino com motivação, com estímulos para novas ideias, para que assim ocorra um vínculo efetivo entre professor e aluno.

Outras dificuldades na implementação da Educação STEAM foram identificadas como obstáculos físicos, falta de recursos e de estruturas e ainda a falta de compreensão dos professores sobre o que é essa educação e como aplicá-la.

Somente um dos artigos analisados aponta para a importância da inclusão e participação das mulheres na área das ciências exatas. O uso de um “leque variado” de instrumentos e tópicos para o ensino e aprendizado é, conseqüentemente, o que pode despertar o envolvimento e interesse de alunos que, geralmente, não estão interessados nestes campos.

Os estudos analisados mostraram uma preocupação com as Artes, que não deve ser considerada apenas como uma área de criatividade, mas que vai além disso. A arte é uma parte importante para a Educação STEAM, por estimular a criação, a invenção e a inovação. A perspectiva humanística garante que a Educação STEAM possua currículos interligados com a realidade e complexidade da vida humana cotidiana, com a imaginação e os processos de criação, diferenciando-se da visão de preparação para a força de trabalho.

Os tópicos mais importantes e as direções que a pesquisa está tomando indicam que o aluno é o principal foco da Educação STEAM. Além disso, nos últimos anos, tem se tornado tendência abordar temas ligados às áreas tecnológicas, como robótica e programação. Não somente isso, mas também assuntos pedagógicos, como aprendizagem baseada em jogos, ciência da computação, realidade aumentada, inovação e música.

A análise mostrou alguns contextos educacionais que surgem na Educação STEAM, como a gamificação, na qual a aprendizagem se dá por atividades divertidas e motivadoras, como os jogos. Contextos computacionais, como a produção de filmes, cartazes digitais, robótica, aplicativos, entre outros. Além disso, o ensino infantil, que é lúdico e envolvente, faz com que as crianças se apropriem do conhecimento de programação divertidamente.

A análise bibliométrica também mostra que é unânime a necessidade de que os professores de diferentes áreas trabalhem juntos para planejar e ministrar aulas, de forma que haja a integração das disciplinas envolvidas e a atividade seja possível de ser realizada. De forma análoga, os especialistas enfatizam a relevância da motivação para aprender, e a ligação entre professor e estudante, sendo que os desempenhos tendem a ser mais satisfatórios quando os alunos demonstram interesse pelas atividades que o professor está propondo.

Em relação à distribuição geográfica da pesquisa e os países precursores da Educação STEAM, foi demonstrado que os Estados Unidos continuam liderando a produção de pesquisas acadêmicas, sobretudo nas áreas tecnológicas. A China adquiriu e aplicou essa educação de forma rápida nas escolas do ensino básico e nas universidades, assim como a Coreia do Sul, com a produção intensa do objeto de estudo em duas instituições do ensino superior. Essa correlação indica que os países asiáticos se aproximam dos Estados Unidos nas áreas de pesquisa, investimento e preparação de profissionais nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática.

Por último, é importante destacar a colaboração acadêmica entre os pesquisadores das instituições brasileiras com as norte-americanas e com as europeias. Ainda é possível notar que o Brasil não é muito próximo dos países da América Latina, como o Chile, que mantém uma ligação com a Nova Zelândia e a Bélgica.

Em seguida, apresentamos as principais discussões e contribuições a partir do estado da arte sobre a Educação STEAM apresentado. Além das limitações desta dissertação e sugestões para pesquisas futuras.

5 CONCLUSÃO

Apresentamos nesta dissertação os resultados de uma pesquisa bibliométrica de modo a elucidar o complexo entrelaçamento de termos e interpretações teóricas que cercam a Educação STEAM.

Com a análise bibliométrica foi possível ampliar o que se sabe sobre a Educação STEAM. Certamente, por meio do estudo, foi legitimado a rede de conhecimento, pela produção científica da base de dados *Scopus*, que fundamentou o estado da arte da Educação STEAM neste trabalho.

Ademais, deixou claro que as publicações anteriores a 2008 não dizem respeito à Educação STEAM, mas sim a outros temas, ligados à engenharia e à física, sobretudo no que diz respeito às máquinas a vapor. Isso é plausível, uma vez que há vários significados para a palavra STEAM. Por isso, é compreensível que as pesquisas sobre máquinas a vapor cessaram nas últimas décadas devido ao avanço tecnológico dos motores.

Dessa forma, o levantamento de temas apresentou a sigla sTEAM, que é uma metodologia que surgiu por volta dos anos 2000 e que envolve trabalho em grupo, comunicação e cooperação no ambiente virtual. Outro termo encontrado foi o i-STEAM, que representa a mesma ideia de integração entre as áreas STEAM.

Nessa mesma pesquisa, identificou os assuntos correlacionados à Educação STEAM. A partir das 6913 palavras-chave encontradas, são considerados os temas de maior relevância: gênero, *design*, aprendizagem ativa, música, artística, aprendizagem baseada em problemas, impressora 3D e realidade aumentada. Além disso, o STEAM está presente em alguns contextos educacionais como: gamificação, que se manifesta por meio de jogos, computacional/tecnológico como a criação de filmes, robótica e aplicativos, e também brinquedos, que está presente no ensino infantil com conceitos de programação por meio da diversão e ludicidade.

Em suma, apesar de os dados mostrarem uma ênfase por tópicos tecnológicos, a maioria das publicações é de Ciências Sociais. Essas áreas são normalmente vistas como antagônicas, mas este dado revela outra perspectiva. A Educação STEAM, ao contrário da STEM, que segue a tecnologia e as engenharias, tem sido discutida em lugares apropriados, ou seja, no campo educacional.

Esta relação demonstra a importância de se ter discussões acadêmicas entre profissionais de áreas distintas das STEM, ou seja, as discussões provenientes das Ciências Humanas podem complementar o conhecimento das outras áreas como as STEM. Como salientado pelos autores e referências mais importantes, é preciso considerar a igualdade entre as áreas ao elaborar um projeto ou atividade baseada na Educação STEAM.

A Educação STEAM é o resultado de discussões que são, às vezes, convergentes e às vezes divergentes, mas sempre para uma educação que possa transformar e ser humanística. O objetivo é formar pessoas capazes de satisfazer as necessidades do século XXI, bem como cidadãos íntegros diante das mazelas culturais, políticas e sociais que afetam o mundo atual. Para tanto, utiliza-se de metodologias, abordagens, políticas públicas e curriculares nas quais a essência do movimento é o estudante.

A inclusão da Educação STEAM nas escolas brasileiras requer a capacitação dos professores, a cooperação entre pesquisas e o acompanhamento do movimento STEAM e suas evoluções. Essa capacitação docente não é simples de ser realizada, uma vez que não se limita a conhecer os princípios da Educação STEAM.

Em outras palavras, a importância de uma formação que extrapola o uso da aprendizagem baseada em problemas, com os conceitos de ciências, tecnologia, engenharia e matemática, bem como estando interligado com as humanidades. Dessa forma, serão alcançadas as questões sociais, econômicas e pessoais que afetam a vida contemporânea.

Sem dúvida, essa compreensão é válida para outros métodos e abordagens vinculados as concepções neoliberais. Conforme demonstrado na revisão bibliográfica, existe a influência de grandes instituições econômicas e políticas na prática educativa. Diante dos apontamentos realizados, reafirma-se a necessidade de formação que capacite o professor a analisar criticamente as teorias pedagógicas existentes atualmente no ensino brasileiro.

Sendo assim, para a implementação de uma Educação STEAM, que compreenda todos os seus aspectos, não se limita à iniciativa de um professor, mas sim, ao envolvimento entre seus colegas para uma efetiva realização. Contudo, não se descarta o seu uso em projetos específicos e pontuais.

A bibliometria não permitiu a identificação de algumas informações complementares, como a relação entre o Reino Unido, um dos países mais citados, e

sua baixa produtividade. A ferramenta Bibliometrix, não possibilitou a obtenção de mais dados para compreender esse fenômeno. Como possível explicação para esse problema, sugere-se que isso acontece devido às limitações metodológicas da ferramenta e da base de dados *Scopus*.

Além disso, é importante novas pesquisas para analisar as relações e complexidades nas colaborações entre pesquisadores brasileiros e outros países, bem como se há vínculos entre pesquisadores da América Latina. Essas limitações apontam a necessidade de novas pesquisas e utilização de outras fontes de informações para compreender melhor o objeto investigado e suas particularidades.

É importante ressaltar que os resultados aqui obtidos não encerram a discussão, pelo contrário, evidenciam a importância de novas pesquisas sobre o objeto investigado. Estamos à espera de poder analisar as limitações e outros tópicos levantados em estudos futuros.

REFERÊNCIAS

- ACHERMANN, M. T. W. **Investigação sobre a abordagem STEAM na educação brasileira: o que dizem os periódicos brasileiros**. 2022. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ensino: Formação Docente Interdisciplinar) – Universidade Estadual do Paraná, Campus de Paranavaí, Paranavaí, 2022. Disponível em: https://unespar-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/ppifor_ensino_unespar_edu_br/EaDX5tUP2-ZEnCcXU4uAr3YB30X2Qg0BNy2TpQDNxXjS4g?e=bvJrQr. Acesso em: 27 fev. 2023.
- ALBINO, A. C. A.; SILVA, A. F. da. BNCC e BNC da formação de professores: repensando a formação por competências. **Revista Retratos da Escola**, Brasília, v. 13, n. 25, p. 137-153, 2019. Disponível em: <http://retratosdaescola.emnuvens.com.br/rde/article/view/966>. Acesso em: 10 dez. 2021.
- ALMEIDA, T. M. C de.; BRASIL, K. T.; VIANA, D. M.; LISNIEWSKI, S.; GANEM, V. A passos largos: meninas da periferia rumo à universidade e seus dilemas psicossociais. **Sociedade e Estado**, v. 35, n. 1, p. 101–134, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0102-6992-202035010006>. Acesso em: 27 fev. 2023.
- AMBROSE, S. A.; AMON, C. H. Systematic design of a first-year mechanical engineering course at Carnegie Mellon University. **Journal of Engineering Education**, v. 86, n. 2, p. 173-181, 1997. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/j.2168-9830.1997.tb00281.x>. Acesso em: 27 fev. 2023.
- ARIA, M.; CUCCURULLO, C. Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of Informetrics**, v. 11, n. 4, p. 959-975, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>. Acesso em: 27 fev. 2023.
- BACICH, L.; HOLANDA, L. **STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica**. Porto Alegre: Penso Editora, 2020.
- BALL, S. **Educação global SA: Novas redes políticas e o imaginário neoliberal**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2014.
- BARMA, M. C.; SAIDUR, R.; RAHMAN, S. M. A.; ALLOUHI, A.; AKASH, B. A.; SAIT, S. M. A review on boilers energy use, energy savings, and emissions reductions. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 79, p. 970-983, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.187>. Acesso em: 27 fev. 2023
- BEQUETTE, J. W.; BEQUETTE, M. B. A place for art and design education in the STEM conversation. **Art Education**, v. 65, n. 2, p. 40-47, 2012. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00043125.2012.11519167>. Acesso em 27 fev. 2023.

BIBLIOMETRIX. **Key Points**. Academic Spin-Off of the University of Naples Federico II. Itália, 2022a. Disponível em: <https://www.bibliometrix.org/home/index.php/component/sppagebuilder/page/23>. Acesso em: 20 jan. 2023.

BIBLIOMETRIX. **Biblioshiny**: the shiny app for bibliometrix. Itália, 2022b. Disponível em: <https://www.bibliometrix.org/home/>. Acesso em: 06 dez. 2022.

BLACKLEY, S.; HOWELL, J. A. STEM narrative: 15 years in the making. **Australian Journal of Teacher Education**, v. 40, n. 7, p. 102-112, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14221/ajte.2015v40n7.8>. Acesso em: 23 fev. 2023.

BOY, G. A. From STEM to STEAM: toward a human-centred education, creativity & learning thinking. *In*: EUROPEAN CONFERENCE ON COGNITIVE ERGONOMICS, 31st, 2013, Toulouse. **Proceedings** [...] Toulouse: Association for Computing Machinery, p. 1-7, 2013. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/2501907.2501934>. Acesso em: 18 jan. 2023.

BRASIL. **Lei nº 4.024, de 20 de dezembro de 1961**. Fixa as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1961. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-4024-20-dezembro-1961-353722-normaatualizada-pl.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2021.

BRASIL. **Lei nº 5.540, de 28 de novembro de 1968**. Fixa normas de organização e funcionamento do ensino superior e sua articulação com a escola média, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1968. Disponível em: http://legislacao.planalto.gov.br/legisla/legislacao.nsf/Viw_Identificacao/lei%205.540-1968?OpenDocument. Acesso em: 06 mar. 2023.

BRASIL. **Lei nº 5.692, de 11 de agosto de 1971**. Fixa Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º graus, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1971. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5692.htm. Acesso em: 06 mar. 2023

BRASIL. **Lei nº 6.019, de 3 de janeiro de 1974**. Dispõe sobre o trabalho temporário nas empresas urbanas e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 1974. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6019.htm. Acesso em: 6 mar. 2023.

BRASIL. **Lei nº 8.036, de 11 de maio de 1990**. Dispõe sobre o Fundo de Garantia do Tempo de Serviço, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 1990. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8036consol.htm. Acesso em: 6 mar. 2023.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 18 jan. 2021.

BRASIL. **Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017**. Altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e

11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2017a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm. Acesso em: 18 jan. 2021.

BRASIL. **Lei nº 13.467, de 13 de julho de 2017**. Altera a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e as Leis nº 6.019, de 3 de janeiro de 1974, 8.036, de 11 de maio de 1990, e 8.212, de 24 de julho de 1991, a fim de adequar a legislação às novas relações de trabalho. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2017b. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-4024-20-dezembro-1961-353722-norma-atualizada-pl.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2023.

BRASIL. **Resolução CNE/CP nº 2, de 22 de dezembro de 2017**. Institui e orienta a implantação da Base Nacional Comum Curricular, a ser respeitada obrigatoriamente ao longo das etapas e respectivas modalidades no âmbito da Educação Básica. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2017c. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79631-rcp002-17-pdf&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 06 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2017d. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 18 jan. 2023.

BRASIL. **Lei nº 8.212, de 24 de julho de 1991**. Dispõe sobre a organização da Seguridade Social, institui Plano de Custeio, e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 2017. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-4024-20-dezembro-1961-353722-norma-atualizada-pl.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. INEP. Diretoria de Estatísticas Educacionais. **Censo escolar 2020**: divulgação dos resultados. Brasília: MEC, 2021. Disponível em: https://download.inep.gov.br/censo_escolar/resultados/2020/apresentacao_coletiva.pdf. Acesso em: 2 ago. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Guia digital PNLD 2021**: projetos integradores e projetos de vida. 2021. Disponível em: https://pnld.nees.ufal.br/assets-pnld/guias/Guia_pnld_2021_proj_int_vida_pnld2021-didatico-projeto-de-vida.pdf. Acesso em: 18 jan. 2023.

BREINER, J. M.; HARKNESS, S. S.; JOHNSON, C. C.; KOEHLER, C. 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/?redir=http%3a%2f%2fdx.doi.org%2f10.1111%2fj.1949-8594.2011.00109.x>. Acesso em: 06 mar. 2023.

BYBEE, R. W. What Is STEM Education? **Science**, v. 329, n. 27, p. 996-997, 2010. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1194998>. Acesso em: 27 fev. 2023.

CAFE.COMUNIDADE ACADÊMICA FEDERADA. **Políticas do serviço**. Rede brasileira para educação e pesquisa. Comunidade Acadêmica Federada. 2023. Disponível em: <https://ajuda.rnp.br/cafepoliticadosservico>. Acesso em: 7 mar. 2023.

CANDAU, V. M. Didática novamente em questão: fazeres-saberes pedagógicas em diálogos, insurgências e políticas. *In*: CANDAU, V. M.; CRUZ, G. B. da.; FERNANDES, C. (org.). **Didáticas e fazeres-saberes pedagógicos**: Diálogos, insurgências e políticas. Petrópolis: Vozes, 2020. p. 33-47.

CARA, D. O custo aluno-qualidade Inicial como proposta de justiça federativa no PNE: um primeiro passo rumo à educação pública de qualidade no Brasil. **Jornal de Políticas Educacionais**, n. 16, p. 75-91, 2014. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/jpe/article/view/40314>. Acesso em: 27 fev. 2023.

CARVALHO, E. J. G. de; FAUSTINO, R. C. Educação para a diversidade cultural: reflexões sobre as influências internacionais na atual política educacional. **Revista NUPEM**, v. 8, n. 15, p. 187-208, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.33871/nupem.v8i15.159>. Acesso em: 27 fev. 2023.

CARVALHO, R. da S. **Uma proposta STEAM no contexto da aprendizagem significativa de Ausubel**. 2020. 135 f. Dissertação (Mestrado em Ensino) - Programa de Pós-Graduação em Ensino - Formação Docente Interdisciplinar, Universidade Estadual do Paraná, Paranavaí, 2020. Disponível em: <http://ppifor.unespar.edu.br/menu-principal/dissertacoes-defendidas/dissertacoes-defendidas-2019>. Acesso em: 27 fev. 2023.

CARVALHO, R. da S.; ZANATTA, S. C.; CARVALHO, H. A. P.; ROYER, M. R. Uma proposta de Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática (STEAM) – o ‘carrinho de luz’. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/4673/4136/22886>. Acesso em: 27 fev. 2023.

CATTERALL, L. G. A brief history of STEM and STEAM from an inadvertent insider. **The STEAM Journal**, v. 3, n. 1, p. 5, 2017. Disponível em: <https://scholarship.claremont.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1162&context=steam>. Acesso em: 27 fev. 2023.

CLEMSON UNIVERSITY. **Research & Projects**. 2022. Disponível em: <https://www.clemson.edu/steam/ecosystem/research.html>. Acesso em: 17 out. 2022.

CNI. CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Educação STEAM**: insumos para a construção de uma agenda para o Brasil. Confederação Nacional da Indústria, Serviço Social da Indústria; Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial; Instituto Euvaldo Lodi. Brasília: CNI, 2021. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/50/78/5078a52e-c7f9-4bdb-815f-7282862670ff/educacao_steam.pdf. Acesso em: 7 mar. 2023.

COELHO, J. R. D.; GÓES, A. R. T. Proximidades e convergências entre a Modelagem Matemática e o STEAM. **Educação Matemática Debate**, v. 4, n. 10, p. 1-23, 2020. Disponível em: <https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/emd/article/view/2754>. Acesso em: 27 fev. 2023.

COLÉGIO BANDEIRANTES. **Visão educacional**. 2023. Disponível em: <https://colband.net.br/visao-educacional>. Acesso em: 07 mar. 2023.

COLUCCI-GRAY, L.; BURNARD, P.; GRAY, D.; COOKE, C. A critical review of STEAM (Science, technology, engineering, arts, and mathematics). **Oxford Research Encyclopedia of Education**, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190264093.013.398>. Acesso em: 27 fev. 2023.

CÓSSIO, M. de F. Base comum nacional: uma discussão para além do currículo. **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 1570-1590, 2014. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/curriculum/article/download/21669/15949/55643>. Acesso em: 27 fev. 2023.

CURY, C. R. J. A Educação Básica no Brasil. **Educação e Sociedade**, Campinas, v. 23, n. 80, p. 168-200, set. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/es/v23n80/12929.pdf>. Acesso em: 13 maio 2017.

DELORS, J. **Educação**: um tesouro a descobrir: relatório para a UNESCO da comissão internacional sobre educação para o século XXI. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 1998. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5938745/mod_resource/content/4/2012%20educ_tesouro_descobrir_Delors.pdf. Acesso em: 6 mar. 2023.

DERVIŞ, H. Bibliometric analysis using bibliometrix an R package. **Journal of Scientometric Research**, v. 8, n. 3, p. 156-160, 2019. Disponível em: <https://www.jscires.org/article/326>. Acesso em: 27 fev. 2023.

DEVTECH. **About DevTech**. 2022. Disponível em: <https://sites.bc.edu/devtech/about-devtech/>. Acesso em: 18 out. 2022.

DUARTE, N. O debate contemporâneo das teorias pedagógicas. *In*: MARTINS, L. M. DUARTE, N. (org). **Formação de professores**: limites contemporâneos e alternativas necessárias. Coleção PROPG Digital - UNESP. São Paulo: Editora UNESP, Cultura Acadêmica, 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/109149>. Acesso em: 27 fev. 2023.

ENGLISH, L. D. Advancing elementary and middle school STEM education. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 15, n. 1, p. 5-24, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9802-x>. Acesso em: 27 fev. 2023.

FACCI, M. G. D. Fazendo um “recorte”: a compreensão da profissão docente a partir da década de 1980. *In*: FACCI, M. G. D. **Valorização ou esvaziamento do trabalho do professor?** Um estudo crítico-comparativo da teoria do professor reflexivo, do construtivismo e da psicologia vigotskiana. Campinas, SP: Autores Associados, 2004.

FERRETTI, C. J. A reforma do ensino médio: desafios à educação profissional. **Holos**, v. 4, p. 261-271, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.15628/holos.2018.6975>. Acesso em: 27 fev. 2023.

FREITAS, L. C. de. Os reformadores empresariais da educação: da desmoralização do magistério à destruição do sistema público de educação. **Educação & Sociedade**, v. 33, p. 379-404, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-73302012000200004>. Acesso em: 27 fev. 2023.

GALUCH, M. T. B.; CROCHÍK, J. L. Propostas pedagógicas para os anos iniciais do ensino fundamental em livros didáticos: reflexões sobre a pseudoformação. **Cadernos de Pesquisa**, v. 46, p. 234-258, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/198053143218>. Acesso em: 27 fev. 2023.

GALUCH, M. T. B.; SFORNI, M. S. de F. Interfaces entre políticas educacionais, prática pedagógica e formação humana. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 6. n. 1, p. 55-66, 2011. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/praxiseducativa/article/view/1862>. Acesso em: 27 fev. 2023.

GARCÍA-HOLGADO, A.; GONZALEZ-GONZÁLEZ, C.; PEIXOTO, A. Educational initiatives for bridging the diversity gap in STEM. *In*: NINTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON TECHNOLOGICAL ECOSYSTEMS FOR ENHANCING MULTICULTURALITY (TEEM'21), 2021. **Anais [...]**. New York: ACM International Conference Proceeding Series, p. 89-91, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3486011.3486425>. Acesso em: 9 mar. 2023.

GENTILI, P. Neoliberalismo e educação: manual do usuário. *In*: GENTILI, P. SILVA, T. T da. **Escola SA: quem ganha e quem perde no mercado educacional do neoliberalismo**. Brasília: CNTE, p. 9-49, 1996. Disponível em: <https://barricadasabremcaminhos.files.wordpress.com/2010/06/neoliberalismo-e-educacao.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2023.

GONZALEZ, C.; GARCÍA-HOLGADO, A.; PEDRO, P.; CASTRO, M.; PEIXOTO, A.; MERINO, J.; SANCRISTOBAL, E.; MENACHO, A.; URBANO, D.; BLAZQUEZ, M.; GARCÍA-LORO, F.; RESTIVO, T.; STRACHAN, R.; DIAZ, P.; PLAZA, I.; FERNANDEZ, C.; LORD, S.; ROVER, D.; CHAN, R.; CIAMPI, M.; MEIER, R.; TOVAR, E.; SALAZAR, M.; ZVACEK, S.; RUIPÉREZ-VALIENTE, J. A. QUINTANA, B.; MARTÍN, S.; BOTELLA, G.; LÓPEZ-REY, A.; ABREU, P. Gender and STEAM as

part of the MOOC STEAM4ALL. *In: IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2021. Anais [...].* Viena: IEEE, p. 1630-1634. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9454101>. Acesso em: 09 mar. 2023.

GRÁCIO, M. C. C. Acoplamento bibliográfico e análise de cocitação: revisão teórico-conceitual. **Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação**, v. 21, n. 47, p. 82-99, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/1518-2924.2016v21n47p82>. Acesso em: 10 mar. 2023.

GUYOTTE, K. W.; SOCHACKA, N. W.; COSTANTINO, T. E.; WALTHER, J.; KELLAM, N. N. Steam as social practice: cultivating creativity in transdisciplinary spaces. **Art Education**, v. 67, n. 6, p. 12-19, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00043125.2014.11519293>. Acesso em: 27 fev. 2023.

HAMPEL, T.; KEIL-SLAWIK, R. sTeam: structuring information in team-distributed knowledge management in cooperative learning environments. **Journal on Educational Resources in Computing (JERIC)**, v. 1, n. 2, 2001. Disponível em: https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/384055.384058?casa_token=JiFGzcvDYgcAAAAA:pyZ8vTPiA9vZcsJpFQ9mMntXqypxRFwSCLGv2cXoPwi_LUfetvjJQQliuwVR543o4ojOO2WPR6K9vGs. Acesso em: 9 mar. 2023.

HARDWARE. *In: MICHAELIS.* 2023. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/hardware/>. Acesso em: 07 mar. 2023.

HERRO, D.; QUIGLEY, C. Exploring teachers' perceptions of STEAM teaching through professional development: implications for teacher educators. **Professional Development in Education**, v. 43, n. 3, p. 416-438, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/19415257.2016.1205507>. Acesso em: 27 fev. 2023.

HILLS, J.; SEFTON, T.; STEWART, K. **Towards a more equal society?:** poverty, inequality and policy since 1997. Policy Press, 2009. 432 p. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/j.ctt9qgwr2>. Acesso em: 08 mar. 2023.

HOEG, D. G.; BENCZE, J. L. Values underpinning STEM education in the USA: an analysis of the next generation science standards. **Science Education**, v. 101, n. 2, p. 278-301, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/sce.21260>. Acesso em: 27 fev. 2023.

HORLOCK, J. H. **Advanced gas turbine cycles:** a brief review of power generation thermodynamics. Oxford: Pergamon, 2003. Disponível em: <https://k201.khai.edu/wp-content/uploads/2021/04/Advanced-gas-turbine-cycles.-Horlock-J.H.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2023.

INTERFACE. *In: MICHAELIS.* 2023. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/interface/>. Acesso em: 08 mar. 2023.

- IWASSE, L. F. A.; ARAÚJO, R. B. Formação docente e a pedagogia do “aprender a aprender”: as reformas da educação na era da infâmia do capital. **Trabalho & Educação**, v. 28, n. 3, p. 115-129, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.17648/2238-037X-trabedu-v28n3-13891>. Acesso em: 27 fev. 2023.
- JESIONKOWSKA, J.; WILD, F.; DEVAL, Y. Active learning augmented reality for STEAM education — a case study. **Education Sciences**, v. 10, n. 198, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/educsci10080198>. Acesso em: 27 fev. 2023.
- KASTRITI, E.; KALOGIANNAKIS, M.; PSYCHARIS, S.; VAVOUGIOS, D. The teaching of natural sciences in kindergarten based on the principles of STEM and STEAM approach. **Advances in Mobile Learning Educational Research**, v. 2, n. 1 p. 268-277, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.25082/AMLER.2022.01.011>. Acesso em: 2 mar. 2023.
- KNEZEK, G.; CHRISTENSEN, R.; TYLER-WOOD, T.; PERIATHIRUVAI, S. Impact of environmental power monitoring activities on middle school student perceptions of STEM. **Science Education International**, v. 24, n. 1, p. 98-123, 2013. Disponível em: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1015828.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2023.
- KRAWCZYK, N. Reflexão sobre alguns desafios do ensino médio no Brasil hoje. **Cadernos de pesquisa**, v. 41, p. 752-769, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-15742011000300006>. Acesso em: 27 fev. 2023.
- KRAWCZYK, N. FERRETTI, C. J. Flexibilizar para quê? meias verdades da "reforma". **Revista Retratos da Escola**, Brasília, v. 11, n. 20, p. 33-34, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.22420/rde.v11i20.757>. Acesso em 27 fev. 2023.
- LAND, M. H. Full STEAM ahead: the benefits of integrating the arts into STEM. **Procedia Computer Science**, v. 20, p. 547-552, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.317>. Acesso em: 27 fev. 2023.
- LEDO, R. M. D.; SILVA, C. P. L. da. Limites e possibilidades da impressão 3D como ferramenta em abordagens STEAM no ensino de Biologia: um estudo de caso. **Revista Eixo**, v. 10, n. 1, p. 23-35, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.19123/eixo.v10i1.771>. Acesso em: 27 fev. 2023.
- LIAO, C. From interdisciplinary to transdisciplinary: an arts-integrated approach to STEAM education. **Art Education**, n. 69, p. 44-49, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00043125.2016.1224873>. Acesso em: 27 fev. 2023.
- LÓPEZ, P.; RODRIGUES-SILVA, J.; ALSINA, Á. Brazilian and Spanish mathematics teachers' predispositions towards gamification in STEAM education. **Education Sciences**, v. 11, n. 10, p. 618, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/educsci11100618>. Acesso em: 27 fev. 2023
- LORENZIN, M.; ASSUMPÇÃO, C.; BIZERRA, A. Desenvolvimento do currículo STEAM no ensino médio: a formação de professores em movimento. *In*: BACICH, L. MORAN, J. (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 360-394.

LORENZIN, M. P. **Sistemas de Atividade, tensões e transformações em movimento na construção de um currículo orientado pela abordagem STEAM.** 2019. 174 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81133/tde-10122019-155229/publico/Mariana_Peao_Lorenzin.pdf. Acesso em: 27 fev. 2023.

LORENZIN, M. P. Formação de professores: vencendo os desafios de implementação do STEAM. *In*: BACICH, L.; HOLANDA, L. **STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica.** Penso Editora, 2020.

MARTÍN-PÁEZ, T.; AGUILERA, D.; PERALES-PALACIOS, F. J.; VÍLCHEZ-GONZÁLEZ, J. M. What are we talking about when we talk about STEM education? a review of literature. **Science Education**, v. 103, n. 4, p. 799-822, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/sce.21522>. Acesso em: 27 fev. 2023.

MEANS, B.; WANG, H.; WEI, X.; LYNCH, S.; PETERS, V.; YOUNG, V.; ALLEN, C. Expanding STEM opportunities through inclusive STEM-focused high schools. **Science Education**, 101, p. 681-715, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/sce.21281>. Acesso em: 27 fev. 2023.

MISSISSIPPI COLLEGE. **A look at STEM Initiatives for Elementary School.** 2017. Disponível em: <https://online.mc.edu/degrees/education/med/elementary/stem-initiatives-for-elementary-school/>. Acesso em: 2 mar. 2023.

MOREIRA, M. A. Pesquisa em ensino: aspectos metodológicos. **Actas del PIDEIC: Programa internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, p. 101-136, 2003. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/pesquisaemensino.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2023.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares.** São Paulo: Editora Livraria da Física. 2011.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem.** São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 2 ed. 2019.

MORTATTI, M. do R. L. Os órfãos do construtivismo. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v. 11, n. esp. 4, p. 2267-2286, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.21723/riaee.v11.n.esp4.9193>. Acesso em: 27 fev. 2023.

MUJUMDAR, A. S. Research and development in drying: recent trends futures and prospects. **Drying Technology**, v. 22, n. 1-2, p. 1-26, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1081/DRT-120028201>. Acesso em: 27 fev. 2023.

NASCIMENTO, M. N. M. Ensino médio no Brasil: determinações históricas. **Revista Publicatio Ciências Humanas Linguística, Letras e Artes**, Ponta Grossa, 2007. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/humanas/article/view/594>. Acesso em: 27 fev. 2023.

NCES. National Center for Education Statistics. **Figure 1: the structure of education in the United States.** 2023. Disponível em: <https://nces.ed.gov/programs/digest/d01/fig1.asp>. Acesso em: 23 mar. 2023.

NSF. National Science Foundation. **About NSF.** Disponível em: <https://beta.nsf.gov/about>. 2023. Acesso em: 15 mar. 2023.

OBAMA, B. **Educate to innovate.** 2009. Disponível em: <http://www.whitehouse.gov/the-press-office/president-obama-launches-educate-innovate-campaign-excellence-science-technology-en>. Acesso em: 02 ago. 2021.

PARO, V. H. **Professor: artesão ou operário?** São Paulo: Cortez, 2018.

PECKHAM, S. Obama supports STEM education. **Tech Directions**, v. 70, n. 5, p. 8, 2010. Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/caf1b295798f38cd4903cdc3e2843dde/1.pdf?pq-origsite=gscholar&cbl=182>. Acesso em: 27 fev. 2023.

PEPPLER, K. STEAM-powered computing education: using e-textiles to integrate the arts and STEM. **Computer**, v. 46, n. 09, p. 38-43, 2013. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6562697>. Acesso em: 27 fev. 2023.

PÉREZ GÓMEZ, A. I. **A cultura escolar na sociedade neoliberal.** Tradução Ernani Rosa. Porto Alegre: Artmed, 2001.

PERIGNAT, E.; KATZ-BUONINCONTRO, J. STEAM in practice and research: an integrative literature review. **Thinking Skills and Creativity**, v. 31, p. 31-43, 2019. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/j.tsc.2018.10.002>. Acesso em: 27 fev. 2023.

PIPEROPOULOS, P.; DIMOV, D. Burst bubbles or build steam? entrepreneurship education, entrepreneurial self-efficacy, and entrepreneurial intentions. **Journal of Small Business Management**, v. 53, n. 4, p. 970-985, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jsbm.12116>. Acesso em: 27 fev. 2023.

PUGLIESE, G. O. **Os modelos pedagógicos de ensino de ciências em dois programas educacionais baseados em STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics).** 2017. 135 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia. Campinas, São Paulo, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=486649>. Acesso em: 27 fev. 2023.

PUGLIESE, G. O. **STEM education no contexto das reformas educacionais: os efeitos das políticas de educação globalizantes no currículo e na profissionalização docente.** 2021. 168 f. Tese (Doutorado em Educação - Programa de pós-graduação Educação Científica, Matemática e Tecnológica) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2021. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/handle/11363-4/50888>. Acesso em: 27 fev. 2023.

QUIGLEY, C. F.; HERRO, D. "Finding the joy in the unknown": implementation of STEAM teaching practices in middle school science and math classrooms. **Journal of Science Education and Technology**, v. 25, n. 3, p. 410-426, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9602-z>. Acesso em: 27 fev. 2023.

RAMUNNO, F. A. L. **Propostas transversais no ensino de Ciências**: um estudo no Colégio Bandeirantes. 2021. 260 f. Tese (Doutorado) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação: Currículo. São Paulo, 2021. Disponível em: <https://sapientia.pucsp.br/bitstream/handle/24491/1/Franco%20Alves%20Lavacchini%20Ramunno.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2023.

RAO, S. K.; PRASAD, R. Impact of 5G technologies on industry 4.0. **Wireless Personal Communications**, v. 100, n. 1, p. 145-159, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11277-018-5615-7>. Acesso em: 27 fev. 2023.

RAVITCH, D. **Vida e morte do grande sistema escolar americano**: como os testes padronizados e o modelo de mercado ameaçam a educação. Porto Alegre: Sulina, 2011.

RAZI, A.; ZHOU, G. STEM, iSTEM, and STEAM: What is next? **International Journal of Technology in Education**, v. 5, n. 1, p. 1-29, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.46328/ijte.119>. Acesso em: 27 fev. 2023.

RELXGROUP. RELX Group trading update call. **RELX Group Trading Update**. 2020. Disponível em: https://www.relx.com/~/_media/Files/R/RELX-Group/documents/investors/transcripts/relx-group-trading-update-call-transcript-22-oct-2020.pdf. Acesso em: 10 mar. 2023.

RIBEIRO, L. da S. **História da educação, ensino e livro didático no Brasil**. 2020. 143 f. Dissertação (Mestrado em Ensino Formação Docente Interdisciplinar) – Universidade Estadual do Paraná, Paranavaí, 2020. Disponível em: <http://ppifor.unespar.edu.br/menu-principal/dissertacoes-defendidas/dissertacoes-defendidas-2018>. Acesso em: 8 set. 2021.

ROSA, R. L. Social Necklace Project: A student-made gadget to help people during the COVID19 pandemic. *In*: FABLEARN EUROPE/MAKEED 2021-AN INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING, DESIGN AND MAKING IN EDUCATION, 2021, New York. **Anais** [...]. New York: Association for Computing Machinery, p. 1-5, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3466725.3466737>. Acesso em: 9 mar. 2023.

SANDERS, M. E. STEM, STEM education, STEMmania. **The Technology Teacher**, v. 68, n. 4, p. 20-26, 2009. Disponível em: <https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/51616/STEMmania.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2023.

SANDERS, M. E. Integrative STEM education as "best practice". **Griffith Institute for Educational Research**, v. 2, p. 103-117, 2012. Disponível em:

<https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/51563/SandersiSTEMEdBestPractice.pdf;sequence=1>. Acesso em: 27 fev. 2023.

SANTOS, R. N. M. dos; KOBASHI, N. Y. Bibliometria, cientometria, infometria: conceitos e aplicações. **Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação**. v. 2, n. 1, p. 155-172, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/10089>. Acesso em: 27 fev. 2023.

SCOPUS. **Conteúdo do Scopus**. 2022. Disponível em: <https://www.elsevier.com/solutions/scopus/how-scopus-works/content>. Acesso em: 11 out. 2022.

SHIROMA, E. O.; MORAES, M. C. M. de.; EVANGELISTA, O. **Política educacional**. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.

SHIROMA, E. O.; MORAES, M. C. M. de; EVANGELISTA, O. (org.). **Política educacional**. 4. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2007.

SILVA, J. B da.; BILESSIMO, S. M. S.; SILVA, I. N. da. Collaborative virtual community to share class plans for STEAM education. *In: IEEE GLOBAL ENGINEERING EDUCATION CONFERENCE (EDUCON)*, 2020. **Anais [...]**. Porto: IEEE Xplore, p. 158-163, 2020. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9125146>. Acesso em: 9 mar. 2023.

SIRECI, S. G.; ZANETTI, M. L.; SLATER, S. C.; BERGER, J. B. STEMTEC Evaluation Report For Year 4 (Fall 2000/Spring 2001). Center for Educational Assessment Report Number 426. **UMass Chan Faculty and Researcher Publications**, 2001. Disponível em: <http://hdl.handle.net/20.500.14038/48678>. Acesso em: 2 mar. 2023.

SOCHACKA, N.; GUYOTTE, K. W.; WALTHER, J.; KELLAM, N. N. Faculty reflections on a STEAM-inspired interdisciplinary studio course. *In: ASEE ANNUAL CONFERENCE & EXPOSITION*, 2013. **Anais [...]**. Georgia: ASEE PEER. p. 23.597.1-23.597.27, 2013. Disponível em: <https://peer.asee.org/19611>. Acesso em: 27 fev. 2023.

SOCHACKA, N.W.; GUYOTTE, K.W.; WALTHER, J. 2016. Learning together: a collaborative autoethnographic exploration of STEAM (STEM + the Arts). **The Research Journal for Engineering Education**, v.105, n.1, 2016. p. 15-42. <https://doi.org/10.1002/jee.20112>. Acesso em: 25 fev. 2023.

SOFTWARE. *In: MICHAELIS*. 2023. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/software/>. Acesso em: 07 mar. 2023.

SOUZA, B. N. de. **As implicações das Pedagogias do “aprender a aprender” no ensino de ciências da natureza**: Uma análise do material didático-pedagógico do Programa “São Paulo faz escola”. Araraquara: Unesp, 2018. Disponível em: https://agendapos.fclar.unesp.br/agenda-pos/educacao_escolar/4526.pdf. Acesso em: 10 set. 2021.

STERNHEIM, M. **A Brief Introduction to STEMTEC**. Massachusetts: STEM Education Institute (STEMTEC), 2017. Disponível em: https://scholarworks.umass.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1002&context=stem_tec. Acesso em: 2 mar. 2023.

SULLIVAN, A.; BERS, M. U. Dancing robots: integrating art, music, and robotics in Singapore's early childhood centers. **International Journal of Technology and Design Education**, v. 28, n. 2, p. 325-346, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10798-017-9397-0>. Acesso em: 27 fev. 2023.

SULLIVAN, A. **Dr. Amanda Alzena Sullivan, PH.D.** 2022. Disponível em: <https://www.amandaalzenasullivan.com/>. Acesso em: 18 out. 2022.

TABLET. *In*: MICHAELIS. 2023. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/TABLET/>. Acesso em: 07 mar. 2023.

TECHCAMP. **STEAM**: inovação em educação - Relatório 2020. Disponível em: https://steamtechcampbrasil.febrace.org.br/wp-content/uploads/2022/02/relatorio_techcamp2020_ptbr.pdf. Acesso em: 18 jan. 2023.

TOMIO, S. A. O que se veicula sobre o livro didático na revista nova escola. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO E I SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE REPRESENTAÇÕES SOCIAIS, SUBJETIVIDADE E EDUCAÇÃO, 2011, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: EDUCERE: X Congresso Nacional de Educação, 2011. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/CD2011/pdf/5085_2721.pdf. Acesso em: 15 set. 2021.

TUMOLO, P. S.; FONTANA, K. B. Trabalho docente e capitalismo: um estudo crítico da produção acadêmica da década de 1990. **Educação & Sociedade**, v. 29, p. 159-180, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-73302008000100009>. Acesso em: 27 fev. 2023.

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Curso #LÍDERDOCENTESTEM 2030**. 2023. Disponível em: https://aberta.org.br/wp-content/uploads/2022/07/Apoio_Moderac%CC%A7a%CC%83o_curso-final.pdf. Acesso em: 18 jan. 2023.

VIEIRA, C. M.; BORGES, K. P.; GONZAGA L, P. OLIVEIRA, N. D. G. L, de. Reflexões sobre a meritocracia na educação brasileira. **Reflexão e Ação**, p. 315-334, 2013. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/reflex/article/view/3525>. Acesso em: 27 fev. 2023.

WAITE, S. Teaching and learning outside the classroom: personal values, alternative pedagogies and standards. **Education 3–13 - International Journal of Primary, Elementary and Early Years Education**, v. 39, n. 1, p. 65-82, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/03004270903206141>. Acesso em: 27 fev. 2023.

WATSON, A. D.; WATSON, G. H. Transitioning STEM to STEAM: Reformation of engineering education. **Journal for Quality and Participation**, v. 36, n. 3, p. 1-5, 2013. Disponível em: https://www.academia.edu/download/35120086/TransitioningSTEMToSTEAM_Watson_-_JQP_-_October_2013-libre.pdf. Acesso em: 27 fev. 2023.

YAKMAN, G. STEAM education: an overview of creating a model of integrative education. *In*: PUPILS' ATTITUDES TOWARDS TECHNOLOGY (PATT-19) CONFERENCE: RESEARCH ON TECHNOLOGY, INNOVATION, DESIGN AND ENGINEERING TEACHING, 2008. **Anais** [...]. Utah, 2008. Disponível em: <https://www.iteea.org/86752.aspx>. Acesso em: 19 jan. 2023.

YANEZ, G. A.; THUMLERT, K.; DE CASTELL, S.; JENSON, J. Pathways to sustainable futures: a “production pedagogy” model for STEM education. **Futures**, v. 108, p. 27-36, 2019. Disponível em: <https://yorkspace.library.yorku.ca/xmlui/bitstream/handle/10315/38536/1-s2.0-S0016328718302520-main.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 27 fev. 2023.

ZEIDLER, D. L. STEM education: A deficit framework for the twenty first century?: a sociocultural socioscientific response. **Cultural Studies of Science Education**, Tampa, v. 11, p. 11–26, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11422-014-9578-z>. Acesso em: 27 fev. 2023.