

## O que significa cada letra da sigla STEM? Uma versão para o contexto educacional brasileiro

Lopes, Andressa Freitas; Ocampo, Daniel Morin; Tolentino Neto, Luiz Caldeira Brant de; Dávila, Eliziane da Silva

**Andressa Freitas Lopes**

dressa1004@hotmail.com

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

**Daniel Morin Ocampo**

daniel.ocampo@ufsm.br

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

**Luiz Caldeira Brant de Tolentino Neto**

luiz.neto@ufsm.br

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

**Eliziane da Silva Dávila**

eliziane.davila@iffarroupilha.edu.br

Instituto Federal Farroupilha – Campus São Vicente do Sul, Brasil

**Resumo:** A presente pesquisa bibliográfica e exploratória, objetiva criar uma versão para o acrônimo STEM frente às demandas da educação brasileira. Assim, conceituamos: Ciência como o método da construção do conhecimento científico; Tecnologia como instrumentação para resolver problemas, envolvendo a inovação, informação e comunicação; Engenharia como processo de resolução de problemas, alicerçado no planejamento, design, construção e execução e; Matemática como linguagem para interpretar o mundo, utilizando-se da modelagem matemática. Como estratégia à integração das áreas, temos as Comunidades de Prática. Inferimos a relevância da Educação STEM, visto sua adaptabilidade aos diferentes contextos e sua relação com os preceitos da educação do Brasil.

**Palavras-chave:** Acronym STEM Community of practice. Interdisciplinarity. .

**Abstract:** The present bibliographical and exploratory research aims to create a version for the acronym STEM in face of the demands of Brazilian education. Thus, we conceptualize: Science as the method of construction of scientific knowledge; Technology as an instrument to solve problems, involving innovation, information, and communication; Engineering as a problem-solving process, grounded on planning, design, construction and execution and; Mathematics as a language to interpret the world, using mathematical modeling. As a strategy for the integration of the areas, we have the Communities of Practice. We inferred the relevance of STEM education, given its adaptability to different contexts and its relationship with the precepts of education in Brazil.

**Keywords:** Acrônimo STEM Comunidade de prática. Interdisciplinaridade. .

### Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Brasil

ISSN-e: 2446-774X

Periodicidade: Frecuencia continua

vol. 8, e165822, 2022

educitec.revista@ifam.edu.br

Recepção: 01 Fevereiro 2022

Aprovação: 07 Fevereiro 2022

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/455/4552022009/>



Este trabalho está sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição 4.0.

## O QUE SIGNIFICA CADA LETRA DA SIGLA STEM? UMA VERSÃO PARA O CONTEXTO EDUCACIONAL BRASILEIRO

### RESUMO

A presente pesquisa bibliográfica e exploratória, objetiva criar uma versão para o acrônimo STEM frente às demandas da educação brasileira. Assim, conceituamos: Ciência como o método da construção

do conhecimento científico; Tecnologia como instrumentação para resolver problemas, envolvendo a inovação, informação e comunicação; Engenharia como processo de resolução de problemas, alicerçado no planejamento, design, construção e execução e; Matemática como linguagem para interpretar o mundo, utilizando-se da modelagem matemática. Como estratégia à integração das áreas, temos as Comunidades de Prática. Inferimos a relevância da Educação STEM, visto sua adaptabilidade aos diferentes contextos e sua relação com os preceitos da educação do Brasil.

**Palavras-chave:** Acrônimo STEM. Comunidade de prática. Interdisciplinaridade.

## ABSTRACT

The present bibliographical and exploratory research aims to create a version for the acronym STEM in face of the demands of Brazilian education. Thus, we conceptualize: Science as the method of construction of scientific knowledge; Technology as an instrument to solve problems, involving innovation, information, and communication; Engineering as a problem-solving process, grounded on planning, design, construction and execution and; Mathematics as a language to interpret the world, using mathematical modeling. As a strategy for the integration of the areas, we have the Communities of Practice. We inferred the relevance of STEM education, given its adaptability to different contexts and its relationship with the precepts of education in Brazil.

**Keywords:** Acronym STEM. Community of practice. Interdisciplinarity.

## INTRODUÇÃO

O avanço científico e tecnológico trouxe consigo uma rápida expansão da competitividade na ordem econômica e social entre países. Sob esta perspectiva nasce, em 1990 nos Estados Unidos, o acrônimo STEM (referentes às palavras do inglês *Science, Technology, Engineering and Mathematics*). Este traz consigo o objetivo de suprir a grande defasagem de profissionais capacitados nestas áreas (ENGLER, 2012), além do baixo desempenho e desinteresse dos estudantes nas mesmas (ZEIDLER, 2016), enfatizando, dessa maneira, as necessidades do mercado de trabalho do país.

Diante de sua importância para a sociedade, houve a transposição do STEM para os ambientes educacionais, estabelecendo-se como uma nova proposta para o ensino, no qual idealiza um rompimento da tradicional passividade das ciências (PUGLIESE, 2017). Tal ideia foi concebida como Educação STEM que, segundo Bybee (2013), tem como propósito promover aos estudantes um ensino e aprendizagem que auxilie a aplicação dos conhecimentos teóricos e práticos em seu cotidiano, desenvolvendo assim, possíveis resoluções para problemas reais do contexto no qual os estudantes estão inseridos.

Em vista disso, a Educação STEM acaba por se estruturar na forma de uma proposta de adaptação para os sistemas educacionais, ou seja, um modo de ensinar, aprender e instigar os indivíduos nestas áreas. Neste viés, é fundamental a busca por uma alfabetização que englobe todas as áreas STEM, aproximando-se dos objetivos da *STEM Literacy* (BYBEE, 2013) em que, a partir de atitudes, habilidades, conhecimentos e experiências, os estudantes podem identificar e compreender questões e problemas da vida real. Desta maneira, busca-se trazer aos discentes uma experiência de aprendizado relevante (VASQUEZ, 2014), que proporcione o conhecimento técnico e epistemológico necessário para melhor compreender o mundo e, se assim desejar, seguir uma carreira STEM.

O termo e seus desdobramentos já transpuseram as fronteiras estadunidenses e são frequentes em muitos países como Canadá, França, China, África do Sul, Japão e Austrália, como mostram estudos elaborados por Ritz e Fanz (2015). No Brasil, o termo chegou recentemente e ainda de forma muito tímida, aparecendo majoritariamente na esfera de educação privada. Contudo, o STEM vai ao encontro das

demandas encontradas nas políticas públicas educacionais, como na Lei Nº 13.415 referente ao Novo Ensino Médio, no Edital de Convocação Nº 03/2019 – CGPLI do Programa Nacional do Livro Didático e do Material Didático 2021 e na Base Nacional Comum Curricular.

Para tanto, compreendemos que é indispensável que cada uma das áreas do STEM desempenhe de forma integrada, um papel fundamental no contexto escolar. Segundo Bybee (2013), esta implementação da Educação STEM em ambientes escolares pode ser de diversas maneiras, entre elas: disciplinar, como em Ciências ou Matemática, interdisciplinar com a integração de duas áreas, ou até mesmo, através da integração de três ou quatro áreas. Neste sentido, é destacada a indissociabilidade entre suas áreas, que pode ser desenvolvida por meio de uma flexibilização entre os diferentes níveis de integração, como a Multidisciplinaridade, a Interdisciplinaridade e a Transdisciplinaridade (ENGLISH, 2016).

O STEM é naturalmente interdisciplinar; entretanto, contém a flexibilidade para, se necessário, ser multidisciplinar e também tem grande potencial para ser transdisciplinar. Essa escolha pelo nível de integração dependerá exclusivamente da realidade onde o STEM será implementado: se a integração entre professores não for viável, é possível que o STEM possa ser desenvolvido em uma perspectiva multidisciplinar; caso exista no contexto a possibilidade de integração entre sujeitos, pode-se atribuir o STEM a uma perspectiva interdisciplinar; por outro lado, se existem as condições e possibilidades, anseia-se que a transdisciplinaridade seja implementada, pois é nela que a maior potencialidade do STEM pode aflorar.

O nível de integração mais conhecido é a interdisciplinaridade. Diversos estudos e pesquisas discutem o que pode significar ser interdisciplinar (FAZENDA, 1979; CARDOSO *et al.* 2008; POMBO, 2008; OCAMPO, 2016). Para Cardoso (2008), a interdisciplinaridade refere-se à integração entre objetos, atividades, planejamentos e procedimentos na busca da troca e de um conhecimento conexo, inexistindo uma compartimentalização das disciplinas. Essa ideia é corroborada por Fazenda (1979, 2001), ao afirmar que a interdisciplinaridade rompe barreiras disciplinares e interpessoais, fazendo-se imprescindível a integração de pessoas para o conhecimento e transformação do mundo.

Mas afinal, como será possível fazer essa integração de pessoas, neste caso, de professores, que a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade da Educação STEM requerem para seu melhor desenvolvimento? Há duas maneiras sugeridas. A primeira é por meio de Grupos Colaborativos, onde há o trabalho conjunto visando atingir objetivos comuns negociados pelo coletivo, estabelecendo relações que tendem à não-hierarquização, liderança compartilhada e confiança mútua pela condução das ações (TORRES e IRALA, 2007). A segunda, refere-se à Comunidade de Prática (CoP), no qual um grupo de sujeitos com diferentes conhecimentos, habilidades e experiências, participam de processos de colaboração, através do compartilhamento de conhecimentos, recursos, perspectivas, atividades e práticas, para a construção de conhecimento tanto pessoal quanto coletivo (LAVE e WENGER, 1991). Além disso, contam com cinco pilares fundamentais: o engajamento mútuo, o empreendimento conjunto, o repertório compartilhado, a identidade própria e a liderança compartilhada.

Diante disso, a inserção da Educação STEM no cenário atual brasileiro através destas quatro áreas empregadas de maneira indissociável ainda esbarra em alguns desafios. Um destes desafios é atribuir o significado de cada letra do acrônimo STEM para ser incorporada ao contexto escolar brasileiro. Nesse sentido, o objetivo do presente artigo é criar uma versão para o conceito de cada letra do acrônimo STEM para o contexto educacional brasileiro, vislumbrando assim, a integração das mesmas, na tentativa de projetar sua aplicação frente às demandas da Educação Básica do nosso país.

## PERCURSOS METODOLÓGICOS

Para atingir o objetivo supracitado, foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica, quanto aos procedimentos técnicos seguidos e uma pesquisa exploratória quanto aos objetivos. Na primeira é levada em conta uma coleta

de dados que engloba contribuições culturais ou científicas sobre um determinado assunto, tema ou problema que venha a ser estudado (LAKATOS e MARCONI, 2001). Para os autores, este tipo de pesquisa

[...] abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema estudado, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, materiais cartográficos, etc. [...] e sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto [...] (LAKATOS; MARCONI, 2001, p. 183)

A pesquisa exploratória é considerada por Gil (1999) como um estudo que tem como objetivo desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias na intenção da formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis futuramente. Também, frisamos para o fato de possuir como características principais as informações definidas ao acaso, ou de acordo com a necessidade, além de um processo de pesquisa flexível e não-estruturado (MALHORTA, 2001).

Assim, realizamos durante o ano de 2020, diversas análises nos documentos referentes às políticas públicas educacionais brasileiras, entre eles o Novo Ensino Médio, o Programa Nacional do Livro Didático e a Base Nacional Comum Curricular. Além disso, realizamos pesquisas em periódicos nacionais e internacionais sobre o STEM e a Educação STEM, os quais encontram-se no Quadro 1. Seu desenvolvimento foi organizado pelo Grupo de Estudos do Movimento STEM (GEMS) por meio de leituras e discussões em encontros periódicos e virtuais de formação e trabalho.

Quadro 1: Trabalhos lidos e discutidos pelo GEMS para criação da versão do acrônimo STEM para o contexto educacional brasileiro.

**QUADRO 1**  
Trabalhos lidos e discutidos pelo GEMS para criação da versão do acrônimo STEM para o contexto educacional brasileiro.

Conceitos Contemplados	Título	Referência
Legislação brasileira	Base Nacional Comum Curricular	BRASIL, 2017
Legislação brasileira	Edital de Convocação Nº 03/2019 - CGPLI	BRASIL, 2019
Legislação brasileira	Guia de implementação do Novo Ensino Médio	BRASIL, 2018
4 letras STEM	STEM education K-12: perspectives on integration	ENGLISH, 2016
4 letras STEM	What Is STEM Education?	BYBEE, 2010
4 letras STEM	Os modelos pedagógicos de ensino de ciências em dois programas educacionais baseados em STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics)	PUGLIESE, 2017
4 letras STEM	STEM, STEM Education, STEMmania	SANDERS, 2009
4 letras STEM e Comunidades de Prática	Boundary crossing pedagogy in STEM Education	LEUNG, 2020
4 letras STEM	Research and trends in STEM Education: a systematic review of journal publications	LI et al., 2020
Tecnologia e Engenharia	Laying down the "T" and "E" in STEM education: Design as the basis of an integrated STEM philosophy	HALLSTRÖM e ANKIEWICZ, 2019
Aprendizagem baseada em problemas	Aprendizagem baseada em problemas: uma metodologia nova ou uma metodologia inovadora?	JUNGES e JUNGES, 2017
Interdisciplinaridade	A interdisciplinaridade no Ensino é possível? prós e contras na perspectiva dos professores de Matemática	OCAMPO, SANTOS e FOLMER, 2016
Tecnologia	Educação e tecnologias: O novo ritmo da informação	KENSKI, 2007
STEM Literacy	Learning for STEM Literacy: STEM Literacy for Learning	ZOLLMAN, 2012
CTS e STEM	Ciencia-Tecnología-Sociedad vs. STEM: ¿evolución, revolución o disyunción?	PALACIOS e AGUILERA, 2020
4C	Preparing 21st Century Students for a Global Society: An Educator's Guide to the "Four Cs"	NEA, 2012

Fonte: Próprios autores (2021).

Fonte: Próprios autores (2021).

Para sistematização do conhecimento, estabelecemos temas e assuntos, no qual se orientavam dos mais gerais (como origem do STEM; seu significado e conceito de cada letra do acrônimo) até os mais específicos (como as concepções de STEM em diferentes países, um mapeamento das publicações e a

possível exequibilidade no contexto educacional brasileiro). Tratamos também de conceitos-chave para sua compreensão e para a criação da versão, a saber: níveis de integração, trabalho colaborativo, Comunidade de Prática, metodologias ativas e STEM literacy.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em reflexão à realidade do contexto escolar do Brasil, aprofundamos uma versão de cada letra correspondente às áreas do ensino na Educação STEM, visando sempre, manter sua indissociabilidade. Logo, apresentamos abaixo os conceitos construídos.

### S: Ciência

O termo Ciência normalmente vem interligado a diversas concepções. Chibeni (2001), por exemplo, classifica como visão comum, a afirmação de que os métodos científicos seguem as pressuposições de sempre iniciar por observações neutras e seguir a indução. Neste sentido, Karl Popper (1985) foi um dos primeiros a criticar a visão comum da Ciência, tendo como ideia central a substituição do empirismo justificacionista-indutivista por um empirismo não justificacionista e não-indutivista, onde uma teoria só será científica se for passível de refutação, conhecida posteriormente como o falseacionismo. Se Popper questionou a visão da Ciência comum, Thomas Kuhn (1962) descreveu a noção do que seria um trabalho científico, alegando a racionalidade como característica intrínseca e tendo como base a concepção historicamente orientada. As etapas deste estudo são a adoção do paradigma, o amadurecimento de uma ciência, a resolução de um quebra cabeça com a articulação do paradigma (ciência normal), o período de crise (ciência extraordinária) e o período revolucionário, no qual é adotado um novo paradigma para substituição do anterior.

Em contrapartida, Paul Feyerabend (1977) defende o anarquismo epistemológico, ou seja, a exploração além de um método engessado com um passo a passo pronto, onde “o anarquismo teórico é mais humanitário e mais suscetível de estimular o progresso do que suas alternativas representadas por ordem e lei” (FEYERABEND, 1977, p. 9). Essa metodologia prega a liberdade para que o sujeito busque o melhor caminho para a sua pesquisa, o importante é que a Ciência seja construída de uma forma mais humana, no qual seus instintos também sejam levados em consideração. Para somar a isso, Ernest Mayr (2008) circunscreve a Ciência como um processo contínuo de problemas e tentativas de resoluções, com influências internas e externas, na procura constante de um melhor entendimento do mundo em que vivemos.

Assim, ressaltamos que o conhecimento disciplinar e metodologias previamente determinadas condicionam um olhar segmentado da realidade, limitando o conhecimento (D’AMBROSIO, 1993). Para isso, diferentes métodos científicos para a construção do conhecimento contribuem de maneira crítica, reflexiva, curiosa e autônoma na forma de se enxergar o mundo, partindo de observações, questionamentos, experiências e instintos daquilo que o cerca, das relações entre elas e das suas próprias conclusões. Mas, também, devemos buscar ir além disso tudo, superando as próprias limitações e compreendendo a produção do conhecimento científico como uma atividade essencialmente humana, caracterizada por uma permanente interação entre pensar, sentir e fazer (MOREIRA; OSTERMANN, 1993). Essa construção do conhecimento pode promover uma ampla compreensão da natureza da Ciência e da investigação científica (FLIC; LEDERMAN, 2004), auxiliando a construção de um olhar amplo sobre todas as partes e as articulações existentes entre elas, onde a totalidade é a essência.

Nesse sentido, todas as Ciências contribuem para a Ciência do STEM, pois este é guiado pelo modo de construção do conhecimento, indo além de um único conhecimento específico de cada área. Portanto, a Educação STEM não é estática e, neste sentido, sugere mover o caminho que convencionalmente seguimos, na tentativa de uma formação para os estudantes com uma perspectiva atual, interdisciplinar, crítica e emancipatória, a fim de evitar a insatisfação dos educandos e educadores com o excesso do modelo tradicional em que majoritariamente as escolas se mantêm, como frisado por Ático Chassot (1990) e Gerard Fourez (2003). Do mesmo modo, promover uma formação cidadã, com sujeitos ativos e responsáveis, que no futuro

podem despertar o interesse pelos conhecimentos e carreiras científicas e tecnológicas, como orientado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura em 2005.

Dessa forma, a partir dos estudos e discussões das referências no Quadro 1, em nossa versão, a palavra Science, referente a Ciência, difere-se das ciências escolares: ciências sociais - filosofia, sociologia -, humanas - geografia, história -, naturais - biologia, química, física -, exatas - matemática, geologia - e ciências da linguagem - português, literatura, educação física, artes, línguas estrangeiras. Neste viés, traduzimos para o que diz respeito a um método da construção do conhecimento científico em cada área, é uma possibilidade de constructo humano, social e histórico, não linear e não estático, são os diferentes métodos para solucionar problemas.

T: Tecnologia

Frequentemente a Tecnologia vem vinculada à ideia de máquinas, ferramentas e construções, de caixas eletrônicos aos computadores com acesso à Internet; dos relógios de pulso aos telefones celulares. Porém, como é destacado por Kenski (2012), seu significado é bem mais amplo e engloba todas as criações de todas as épocas elaboradas pela espécie humana. Já de acordo com Pinto (2005), há existência de pelo menos quatro concepções para o termo, a saber: a arte designando a teoria; à simples técnica, sinônimo do saber fazer; o conjunto de todas as técnicas de que dispõe uma determinada sociedade, em qualquer fase histórica e; ideologia das técnicas, derivado da soma dos termos *techne* (arte) + *logos* (palavra, fala, razão). Neste sentido, compreender a sua conceituação adequada ao acrônimo da Educação STEM é de extrema importância.

Embora nos primórdios da Tecnologia da Educação STEM sua apresentação tenha sido sobre alfabetização tecnológica, existe ainda a incompreensão de como isso pode ser realmente efetivado (WELLS, 2008). Por este motivo, nesta versão, a Tecnologia deve ser percebida como algo maior do que somente uma tecnologia instrucional ou educacional, cujo propósito é apenas melhorar o ensino de Ciências ou Matemática.

Diante disso, destacamos a Lei nº. 10.172, de 9 de janeiro de 2001, que aprovou o Plano Nacional de Educação por meio do Decreto nº 6.300, de 12 de dezembro de 2007, que em seu artigo 1º é contemplado o Programa Nacional de Tecnologia Educacional - ProInfo, que deve promover o uso pedagógico das tecnologias de informação e comunicação nas redes públicas de Educação Básica. (BRASIL, 2007). Portanto, as tecnologias, com destaque nas Tecnologias de Informação e Comunicação, são potentes parceiras na alfabetização tecnológica e instrumentalização das tecnologias para novas formas de ensinar e aprender dentro da escola, pois podem

[...] diversificar as formas de atingir os conhecimentos; b) ser estudadas, como objeto e como meio de se chegar ao conhecimento, já que trazem embutidas em si mensagens e um papel social importante; c) permitir ao aluno, através da utilização da diversidade de meios, familiarizar-se com a gama de tecnologias existentes na sociedade; d) serem desmistificadas e democratizadas [...] (SAMPAIO; LEITE, 2011, p. 74).

Nesta concepção de Tecnologia na Educação STEM, também serão consideradas as TIC (Tecnologias da Informação e Comunicação), essenciais aliadas ao ensino e aprendizagem, devendo ser trabalhada de forma interativa, na busca do aperfeiçoamento das compreensões dos estudantes sobre o mundo natural e cultural em que estão inseridos (CAVALCANTE, 2012). Para tal, compreendemos que as TIC consistem em “quaisquer formas de transmissão de informações e correspondem a todas as tecnologias que interferem e mediam os processos informacionais e comunicativos dos seres” (OLIVEIRA; MOURA; SOUSA, 2015, p. 3). Além disso, o acesso a essas tecnologias está diretamente relacionado ao desenvolvimento social, econômico, cultural e intelectual (CARVALHO, 2012), visto que nunca houve tanta informação e conhecimento disponível num espaço de tempo tão curto (HARVEY, 2006).

Levando em conta o aqui discutido e as referências no Quadro 1, a Tecnologia diz respeito a instrumentalização para a resolução de problemas, sendo uma forma de alfabetização tecnológica, afinal uma das características que distingue o ser humano é a capacidade de criar tecnologias para os desafios cotidianos (do fogo e a roda até computadores e robótica). Além disso, atualmente a tecnologia se torna mais expressiva na função de comunicar e informar.

### E: Engenharia

No início dos anos 1990, ensinar Tecnologia e Engenharia nas escolas era como uma visão utópica, sendo, basicamente, inconcebível para muitos. Contudo, em 1994, nos Estados Unidos, Ioannus Miaoulis e Chris Rogers instauram pela primeira vez, começando pelo jardim de infância, a Engenharia nas escolas. Este esforço e resultados positivos, tornaram Massachusetts o primeiro estado norte-americano a incluir Engenharia em seu Ensino Fundamental e Médio (CUNNINGHAM, 2018). A partir daí, diversos países foram compondo em seus currículos, a Educação em Engenharia. Antagônico a isso, sabe-se que no Brasil esta realidade ainda é diferente, pois a área é compreendida como algo inalcançável ou até mesmo impossível para o ensino nas escolas, seja devido sua visualização apenas no contexto da construção e fabricação e/ou pela falta de financiamento e/ou infraestrutura das escolas brasileiras. Além disso, como destacado por Banilower (2013), apenas 9% dos professores do Ensino Fundamental indicam se sentir “bem” ou “muito bem” preparado para ensinar Engenharia, estudo que só enfatiza a distância da área com professores atuantes na Educação Básica.

No contexto STEM, isso não é diferente. Por não se fazer presente como disciplina da Educação Básica, a Engenharia, tende a permanecer como um membro silencioso do acrônimo STEM (ENGLISH, 2017). Em virtude dessa dificuldade e do seu menor destaque no contexto escolar, alguns estudos têm empregado a Engenharia através do Design como meio efetivo de integração com as demais disciplinas STEM (SADLER, COYLE e SCHWARTZ, 2000). Acrescido a esta ideia, também é possível descrever a Engenharia como a aplicação do conhecimento para projetar, construir e manter as tecnologias, além de auxiliar na otimização para a solução de problemas (CUNNINGHAM, 2018). Ainda, enfatizamos que na vida real, fora do ambiente escolar, esta área não existe de forma isolada, mas envolve, inevitavelmente, a Ciência, a Tecnologia e a Matemática (KATEHI; PEARSON; FEDER, 2009).

Em testemunho a isso, diversas pesquisas apontam-na como fornecedora de ligações básicas importantes entre as áreas STEM, permitindo aos estudantes apreciarem diferentes ideias, abordagens e ferramentas, que podem ser utilizadas em problemas complexos, revelando, muitas vezes, mais de uma solução (PURZER *et al.*, 2015). Deste modo, é realçado que a Engenharia, nesta versão, não apenas motiva o aprendizado dos estudantes nas áreas STEM, mas também colabora, através do uso de todas as engenharias, no planejamento, no desenho, na construção e na execução da solução de problemas reais.

Englobando o supracitado, esta versão de Engenharia, para que possa ser contemplada nas escolas, diz respeito à atividade fundamental de um engenheiro - planejar, desenhar, construir e executar - para a solução de problemas por meio da concretização de ideias. Não se limita a nenhuma engenharia específica, mas a sua concepção mais ampla, que perpassa todas as engenharias.

### M: Matemática

Dentro ou fora das escolas, sabe-se da relevância do ensino da Matemática, reconhecendo-a como base para a vida. Entretanto, em comparação com as experiências como estudante de matemática, as respostas tendem a ser opostas, frequentemente expressadas como “a matemática é difícil”, “a matemática é chata”, ou até mesmo, “é o bicho papão da escola” (SANTOS, 2008). Outro problema, é que muitas vezes, os professores tendem a ver seus estudantes como seres humanos incapazes de pensar e relacionar conhecimentos, compreendendo-os apenas como depósitos de conteúdos, desvinculados da sua realidade. Em direção oposta a isso, temos os Parâmetros Curriculares Nacionais de 1999, no qual

[...] é preciso que o aluno perceba a Matemática como um sistema de códigos e regras que tornam a linguagem de comunicação e idéias e permite modelar a realidade e interpretá-la. Assim, os números e a álgebra como sistema de códigos, a geometria na leitura e interpretação do espaço, a estatística e a probabilidade na compreensão de fenômenos em universos finitos ligados às aplicações. (BRASIL, 1999, p. 251)

Em vista disso, necessitamos compreender o processo de ensino e aprendizagem em Matemática como mais que simplesmente decorar equações, fazer cálculos mecânicos e copiar retas e curvas. Devemos capacitar

o indivíduo a refletir sobre suas possibilidades de compreensão lógica com autonomia, possibilitando novas vivências sistematizadas de conhecimentos críticos e práticos.

Para tal, é substancial aplicações da Modelagem no ensino da Matemática, surgidas no Brasil com base em ideias de Paulo Freire e de Ubiratan D'Ambrosio, entre o final dos anos 1970 e início dos anos 1980 (BIEMBENGUT, 2009). Vale destacar que não consideramos, neste contexto, a modelagem como uma metodologia de ensino, mas como uma forma para modelar matematicamente uma situação. Esta concepção parte da problematização e da investigação de contextos reais, onde os estudantes exploram muito mais que conceitos e conteúdos matemáticos, mas desempenham estudos de aspectos qualitativos, através da oportunidade de argumentar, analisar, discutir e refletir sobre as relações existentes entre o contexto real investigado e problematizado e a matemática que se desenvolveu para solucionar a questão ou as questões levantadas (MESQUITA; CEOLIM, 2017). Então, "[...] os alunos podem desenvolver muitas ações, como realizar operações aritméticas, gerar equações, fazer desenhos, traçar gráficos e, principalmente, produzir discursos" (BARBOSA, 2007, p.162), podendo contribuir para a elaborar, organizar e resolver uma situação em que a partir dela possa ler criticamente sua realidade (MEYER; CALDEIRA; MALHEIROS, 2011).

O STEM vai no sentido de colaborar para esse novo modo de olhar, ensinar e aprender a Matemática, utilizando a matemática de maneira indissociável e transversal às demais áreas. Assim, como proposto por Li e Schoenfeld (2019) a Matemática do STEM deve incluir em seu repertório a resolução de problemas, o raciocínio, a comunicação e a modelagem matemática, reforçando tanto a parte indutiva quanto dedutiva, no qual, se concebida como uma disciplina empírica, fortaleceria ainda mais as conexões com as demais disciplinas STEM.

Ao considerar estes aspectos, a versão desta área no STEM enuncia que a matemática vai além de exercícios isolados e mecânicos, é uma linguagem para interpretar o mundo, permitindo a modelagem matemática dos problemas STEM, garantindo assim, o acesso a recursos próprios da área como medir, calcular, analisar dados, etc. Entende-se que a matemática é transversal e indissociável a todas as outras áreas que compõem o STEM.

No contexto brasileiro

Diante das versões aqui expostas, acreditamos que o STEM se apresenta no contexto brasileiro de diversas maneiras. Entre elas, os já citados, Programa Nacional do Livro Didático e do Material Didático 2021 e Novo Ensino Médio. Em complemento a estas, temos também, de maneira mais tímida e intrínseca, a Base Nacional Comum Curricular de 2017. Para melhor visualização desta interligação, apresentamos a seguir o Quadro ..

Quadro 2: Interligação entre as versões e a Base Nacional Comum Curricular do Brasil.

**QUADRO 2**  
Interligação entre as versões e a Base Nacional Comum Curricular do Brasil.

Conceito	Base Nacional Comum Curricular
<p>Ciência: Difere-se das ciências escolares: ciências sociais - filosofia, sociologia -, humanas - geografia, história-, naturais -biologia, química, física -, exatas -matemática, geologia- e ciências da linguagem -português, literatura, educação física, artes, línguas estrangeiras. Neste viés, traduzimos para o que diz respeito a um método da construção do conhecimento científico em cada área, é um constructo humano, social e histórico, não linear e não estático, são os diferentes métodos para solucionar problemas.</p>	<p>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. (BRASIL, 2017, p.9)</p>
<p>Tecnologia: Diz respeito a instrumentalização para a resolução de problemas, sendo uma forma de alfabetização tecnológica, afinal uma das características que distingue o ser humano é a capacidade de criar tecnologias para os desafios cotidianos (do fogo e a roda até computadores e robótica). Além disso, atualmente a tecnologia se torna mais expressiva na função de comunicar e informar.</p>	<p>Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BRASIL, 2017, p.9)</p>
<p>Engenharia: Diz respeito à atividade fundamental de um engenheiro - planejar, desenhar, construir e executar - para a solução de problemas por meio da concretização de ideias. Não se limita a nenhuma engenharia específica, mas a sua concepção mais ampla, que perpassa todas as engenharias.</p>	<p>Planejar e realizar atividades de campo (experimentos, observações, leituras, visitas, ambientes virtuais etc.). Desenvolver e utilizar ferramentas, inclusive digitais, para coleta, análise e representação de dados [...]. Implementar soluções e avaliar sua eficácia para resolver problemas cotidianos. (BRASIL, 2017, p.323)</p>
<p>Matemática: Vai além de exercícios isolados e mecânicos, é uma linguagem para interpretar o mundo, permitindo a modelagem matemática dos problemas STEM, garantindo assim, o acesso a recursos próprios da área como medir, calcular, analisar dados, etc. Entende-se que a matemática é transversal e indissociável a todas as outras áreas que compõem o STEM.</p>	<p>Desenvolver o raciocínio lógico, o espírito de investigação e a capacidade de produzir argumentos convincentes, recorrendo aos conhecimentos matemáticos para compreender e atuar no mundo. (BRASIL, 2017, p.267)</p>

Fonte: Próprios autores (2021).

Fonte: Próprios autores (2021).

Percebemos, desta maneira, uma forte sincronia entre as legislações vigentes no Brasil (não somente com a BNCC, mas também com o Programa Nacional do Livro Didático e o Novo Ensino Médio) e as versões aqui expostas, enfatizando mais uma vez, a possibilidade de implementação no país.

#### Fazendo a integração dessas versões

Em reflexão a todas essas versões, pensamos na dificuldade que pode transparecer a efetiva integração entre as quatro áreas. Por isso, para uma possibilidade da bem-sucedida interdisciplinaridade ou até mesmo transdisciplinaridade, com a devida integração dos sujeitos, sugerimos a Comunidade de Prática (CoP) como estratégia para a associação dos atores responsáveis pelo STEM. Diversos estudos e discussões mostram um amplo interesse pela perspectiva colaborativa das Comunidades de Prática, seja na formação inicial ou entre docentes em atuação (PAMPLONA; CARVALHO, 2011; MENEZES, 2014; RAMOS; MANRIQUE, 2015; TINTI; MANRIQUE, 2019).

Esta interação entre indivíduos é configurada em espaços singulares, não-hierárquicos, com corresponsabilidade e confiança mútua na condução de ações à formação docente, as quais oportunizam a aprendizagem e o desenvolvimento profissional (DAMIANI, 2008). Diferentemente dos grupos colaborativos, as CoP apresentam em sua estruturação três características, o domínio, a comunidade e a prática, sendo respectivamente, o tema/assunto chave de interesse de um grupo; os sujeitos que desenvolvem o domínio e; o repertório de recursos próprios, estabelecidos pela comunidade (WENGER, 2006). Incorpora-se ainda, elementos chaves que caracterizam um grupo como uma CoP, a saber: o senso de pertencimento e de identidade, a existência ou indícios de colaboração entre os membros, o engajamento mútuo, o empreendimento conjunto e o repertório compartilhado (WILBERT; DANDOLINI; STEIL, 2018).

Na aplicação da Educação STEM nas escolas brasileiras, os professores podem aproveitar em seus planejamentos STEM o que as CoP sugerem, como, objetivos mais estruturados, que detenham um contínuo e prolongado estudo, com foco em um tema norteador e central, que ocasionará o senso de identidade, com conceitos e repertórios próprios deste grupo. Portanto, estudariam o objetivo e o tema a fundo, além de desenvolverem todos os pontos que a ele circundam, proporcionando, durante a implementação, um sucesso maior e um desenvolvimento mais profundo e significativo, ou seja, um “mundo” completo da temática.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sabemos que, à primeira vista, a Educação STEM pode parecer inviável e complexa para os ambientes educacionais brasileiros, até mesmo, pelas escassas publicações científicas, diversas vertentes e conceituações. Por isso, enfatizamos a relevância de uma versão da sigla STEM que contemple todas as peculiaridades de um país tão grande e diverso como o Brasil. Deste modo, aferimos a possibilidade de aplicação deste acrônimo STEM no contexto escolar, onde o eixo central pode variar de acordo com as necessidades e os desafios que emergem nas instituições de ensino, buscando sempre, contemplar uma educação que seja relevante, factível e viável tanto na esfera da educação pública quanto privada.

Como já enfatizado anteriormente, as áreas não são encontradas isoladas, mas envolvem, inevitavelmente, a Ciência, a Tecnologia, a Engenharia e a Matemática integradas. Por este motivo, para uma possibilidade de efetiva implementação desta Educação STEM no Brasil, as Comunidades de Prática se fazem necessárias e fundamentais, pois, por meio delas, a interdisciplinaridade do conhecimento e de sujeitos se fazem possíveis. Aliás, sua constituição a partir de professores, principiantes e/ou experientes, rompe com o modelo tradicional de planejamento, frisando o desenvolvimento de práticas colaborativas e reflexivas, além da relevância da troca dos conhecimentos, práticas e experiências entre seus membros.

Por fim, estas versões incentivam o conhecimento aplicado por meio da resolução de problemas, alicerçado em um ensino emancipatório, atualizado e interdisciplinar, na tentativa de uma formação voltada para o mundo do trabalho e para os desafios da vida adulta. Para isso, empregamos ideais intrinsecamente

presentes na indissociabilidade do acrônimo STEM, como a investigação, a participação ativa, a colaboração, a produção, a criticidade, as tecnologias, a autonomia e a alfabetização, aspectos também elencados como estruturantes das políticas públicas que regem o sistema educacional brasileiro, como percebido na Base Nacional Comum Curricular, no Novo Ensino Médio e nos Editais do Programa Nacional do Livro Didático.

## REFERÊNCIAS

- BANILOWER, E. R *et al.* **Report of the 2012 National Survey of Science and Mathematics Education**. Chapel Hill, NC: Horizon Research, 2013. Disponível em: <http://www.horizon-research.com/2012nssme/wp-content/uploads/2013/03/2012-NSSME-Full-Report-updated.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2021.
- BARBOSA, J. C. A prática dos alunos no ambiente de Modelagem Matemática: o esboço de um framework. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Orgs.). **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais**. Recife, PE: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2007.
- BIEMBENGUT, M. S. 30 anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Universidade Federal de Santa Catarina. v. 2, n. 2, p. 7-32, jul. 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37939>. Acesso em: 19 jan. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. MEC/CONSED/UNDIME. Brasília, DF, 2017. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_publicacao.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_publicacao.pdf). Acesso em: 29 jan. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Edital de Convocação Nº 03/2019 – CGPLI**. Edital de convocação para o processo de inscrição e avaliação de Obras Didáticas, Literárias e Recursos Digitais para o Programa Nacional do Livro e do Material Didático. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/index.php/centrais-de-conteudos/publicacoes/category/165-editais?download=14042:atualizacao-180820-pnld2021>. Acesso em: 08 jan. 2021.
- BRASIL. **Lei Nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017**. Altera as Leis n.º 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. Brasília. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Seção 1, p. 1, 2017. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2017/lei/L13415.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/L13415.htm). Acesso em: 08 jan. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Decreto nº. 6300, de 12 de dezembro de 2007**. Dispõe sobre o Programa Nacional de Tecnologia Educacional - ProInfo. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Seção 1, p. 3, 2007. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-010/2007/Decreto/D6300.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-010/2007/Decreto/D6300.htm). Acesso em: 12 jan. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília, DF, 1999. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/conaes-comissao-nacional-de-avaliacao-da-educacao-superior/195-secretarias-112877938/seb-educacao-basica-2007048997/12598-publicacoes-sp-265002211>. Acesso em: 12 jan. 2021
- BYBEE, R. W. **The case for STEM Education: Challenges and Opportunities**. Arlington, NSTA Press, 2013.
- CARDOSO, F. S *et al.* Interdisciplinaridade: fatos a considerar. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 1, n. 1, p. 22 - 37, jan./abr. 2008. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/222>. Acesso em: 10 jan. 2021.
- CARVALHO, J. M. **O uso pedagógico dos laboratórios de informática nas escolas de Ensino Médio de Londrina**. 2012. 58p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Pedagogia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, 2012.

- CAVALCANTE, M. B. **A educação frente às novas tecnologias: Perspectivas e desafios.** 2012. Disponível em: <http://www.profala.com/arteducesp149.htm>. Acesso em: 12 jan. 2021.
- CHASSOT, Á. I. **A educação no ensino da química.** Ijuí: Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 1990.
- CHIBENI, S. S. **O que é ciência?** Campinas: Universidade Estadual de Campinas, Caderno de Estudos, 2002. Disponível em: <https://www.unicamp.br/~chibeni/textosdidaticos/ciencia.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2021.
- CUNNINGHAM, C. M. **Engineering in elementary STEM education: Curriculum design, instruction, learning, and assessment.** New York, NY: Teachers College Press, 2018.
- DAMIANI, M. F. Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios. *Educ. rev.*, Curitiba, n. 31, p. 213-230, 2008. Disponível em [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-40602008000100013&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40602008000100013&lng=en&nrm=iso). Acesso em 20 jan. 2021.
- D'AMBROSIO, U. A transdisciplinaridade como acesso a uma história holística. In: WEIL, P.; D'AMBROSIO, U.; CREMA, R. **Rumo à nova transdisciplinaridade: sistemas abertos de conhecimento.** São Paulo: Summus, 1993.
- ENGLER, J. STEM education is the key to the US's economic future. *U.S. News & World Report*, 2012. Disponível em: <https://www.usnews.com/opinion/articles/2012/06/15/stem-education-is-the-key-to-the-uss-economic-future>. Acesso em: 12 jan. 2021.
- ENGLISH, L. STEM education K-12: perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, v. 3, n. 3, p. 1-8, 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10763-017-9802-x>. Acesso em: 14 jan. 2021
- ENGLISH, L. Advancing elementary and middle school STEM education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, v. 15 n. 1, p. 5-24, 2017.
- FAZENDA, I. C. A. **Integração e Interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia.** 4. ed. São Paulo: Loyola, 1979.
- FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade: História, teoria e pesquisa.** 8 ed. Campinas, SP: Papirus, 2001.
- FLICK, L.; LEDERMAN, N. G. **Scientific inquiry and nature of science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education.** Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2004.
- FOUREZ, G. Crise no Ensino de Ciências? *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 109-123, ago. 2003. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/542/337>. Acesso em: 13 jan. 2021.
- FEYERABEND, P. K. **Contra o Método.** Tradução de Octanny S. da Mota e Leônidas Hegenberg. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1977.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 5 ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- HALLSTRÖM, J., ANKIEWICZ, P. Laying down the “T” and “E” in STEM education: Design as the basis of an integrated STEM philosophy. In: PULÉ, S., VRIES, M. J. de (Org.), **Proceedings PATT 37: Developing a knowledge economy through technology and engineering education.** Msida: University of Malta, 2019.
- HARVEY, D. **Condição pós-moderna: uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural.** Tradução de Adail Ubirajara Sobral e Maria Stela Gonçalves. 15. ed. São Paulo: Loyola, 2006.
- JUNGES, S. S.; JUNGES, K. dos S. Aprendizagem baseada em problemas: uma metodologia nova ou uma metodologia inovadora? *Revista Intersaberes*, v. 12, n. 26, p. 287-304, maio/ago. 2017.
- KATEHI, L.; PEARSON, G; FEDER, M. **Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects.** Washington, DC: National Academies Press, 2009.
- KENSKI, V. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação.** Campinas: Papirus, 2007.
- KUHN, T. S. **The structure of scientific revolutions.** Chicago: University Press, 1962.
- LAVE, J.; WENGER, E. C. **Situated learning: legitimate peripheral practice.** New York: Cambridge University Press, 1991.

- LEUNG, A. Boundary crossing pedagogy in STEM Education. **International Journal of STEM Education**, v. 7, n. 15, 2020. Disponível em: <https://stemeducationjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40594-020-00212-9#citeas>. Acesso em: 19 out. 2021.
- LI, Y.; SCHENFELD, A. H. Problematizing teaching and learning mathematics as “given” in STEM education. **International Journal of STEM Education**, v. 6, n. 44, p. 1-13, 2019. Disponível em: <https://stemeducationjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40594-019-0197-9>. Acesso em: 13 jan. 2021.
- LI, Y *et al.* Research and trends in STEM education: a systematic review of journal publications. **International Journal of STEM Education**, v. 7, n. 11, 2020.
- MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- MEYER, J. F. C. A. CALDEIRA, A. D.; MALHEIROS, A. P. S. **Modelagem em Educação Matemática**. Belo Horizonte, MG: Autêntica Editora, 2011.
- MAYR, E. **Isto é Biologia: a ciência do mundo vivo**. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.
- MESQUITA, N. M.; CEOLIM, A. J. Modelagem Matemática: Abordagens na Educação Básica na perspectiva da Educação Matemática Crítica. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, Paraná, v. 6, n. 12, p. 281-305, jul/dez. 2017. Disponível em: [http://rpem.unespar.edu.br/index.php/rpem/article/view/1590/pdf\\_244](http://rpem.unespar.edu.br/index.php/rpem/article/view/1590/pdf_244). Acesso em: 08 jan. 2021.
- MENEZES, G. G. de. A utilização das TIC nos processos de formação continuada e o envolvimento dos professores em comunidades de prática. **Educ. rev.**, n. 51, p. 283-299, mar. 2014.
- MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. Sobre o Ensino do Método Científico. **Caderno catarinense de ensino de física**. Florianópolis, v. 10, n. 2, p. 108-11, ago. 1993.
- NATIONAL EDUCATION ASSOCIATION. **Preparing 21st Century Students for a Global Society: An Educator’s Guide to the “Four Cs”**. 2012. Disponível em: <http://www.nea.org/assets/docs/A-Guide-to-Four-Cs.pdf>. Acesso em: 19 out. 2021.
- OCAMPO, D. M.; SANTOS, M. E. T dos; FOLMER, V. A interdisciplinaridade no Ensino é possível? Prós e contras na perspectiva dos professores de Matemática. **Bolema**, v. 30, n. 56, p. 1014-1030, dez. 2016.
- OLIVEIRA, C.; MOURA S. P.; SOUSA E. R. TIC’s na Educação: a utilização das tecnologias da informação e da comunicação na aprendizagem do aluno. **Pedagogia em ação**. v. 7 n. 1, p. 75-95, 2015. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/pedagogiacao/article/view/11019>. Acesso em: 12 jan. 2021.
- PALACIOS, F. J. P.; AGUILERA, D. Ciencia-Tecnología-Sociedad vs. STEM: ¿evolución, revolución o disyunción? **Investigación en educación científica**, v. 4, n. 1, p. 1-15, 2020.
- PAMPLONA, A. S.; CARVALHO, D. L. O Ensino de Estatística na Licenciatura em Matemática: a inserção do licenciando na comunidade de prática dos professores de Matemática. **Bolema**, Rio Claro, v. 22, n. 32, p. 47-60, 2009.
- POMBO, O. Epistemologia da Interdisciplinaridade. **Revista do centro de educação e letras da Unioeste**, Foz do Iguaçu, v. 10, n. 1, p. 9-40, 2008.
- POPPER, K.R. **Lógica da pesquisa científica**. São Paulo: EDUSP, 1985.
- PUGLIESE, G. O. **Os modelos pedagógicos de ensino de ciências em dois programas educacionais baseados em STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics)**. 2017. 135p. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular.. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2017. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/331557>. Acesso em: 08 jan. 2021.
- PURZER, S *et al.* An exploratory study of informed engineering design behaviors associated with scientific explanations. **International Journal of STEM Education**, v. 2, n.1, p. 1-12, maio 2015. Disponível em: <https://stemeducationjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40594-015-0019-7>. Acesso em: 09 jan. 2021.
- RAMOS, W. R.; MANRIQUE, A. L. Comunidade de Prática de Professores que Ensinam Matemática como Espaço de Negociações de Significados sobre a Resolução de Problemas. **Bolema**, Rio Claro, v. 29, n. 53, p. 979-997, dez. 2015.

- RITZ, J. M.; FAN, S.C. STEM and technology education: international state-of-the-art. **International Journal of Technology and Design Education**, v. 25, n. 4, p. 429–451, 2015. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10798-014-9290-z>. Acesso em: 09 jan. 2021.
- SADLER, P. M.; COYLE, H. P.; SCHWARTZ, M. Engineering competitions in the middle school classroom: Key elements in developing effective design challenges. **The Journal of the Learning Sciences**, v. 9 n.3, p. 299–327, 2000. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.564.1414&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 09 jan. 2021.
- SANDERS, M. STEM, STEM Education, STEM mania. **Technology Teacher**, v. 68, n. 4, p. 20–26, dez./jan. 2009.
- SANTOS, V. M. A matemática escolar, o aluno e o professor: paradoxos aparentes e polarizações em discussão. **Cad. CEDES**, Campinas, v. 28, n. 74, p. 25-38, abr. 2008. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-32622008000100003&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-32622008000100003&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 19 jan. 2021.
- TINTI, D. da S.; MANRIQUE, A. L. Sou professora de matemática tradicional!: análise de traços de identidade de Amanda em relação à constituição profissional. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 383-404, 2019.
- TORRES, P. L.; IRALA, E. A. F. Aprendizagem colaborativa. In: TORRES, P. L. (org.). **Algumas vias para entretecer o pensar e o agir**. Curitiba: Senar, 2007. P. 65-98.
- UNESCO. **Ensino de Ciências: o futuro em risco**. Brasília: UNESCO, 2005. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001399/139948por.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2021.
- VASQUEZ, J. STEM: beyond the acronym. **Educational Leadership**, v. 72, n. 4, p. 10-16, dez.jan. 2014/2015. Disponível em: <http://www.ascd.org/publications/educational-leadership/dec14/vol72/num04/STEM%E2%80%94Beyond-the-Acronym.aspx>. Acesso em: 11 jan. 2021.
- WELLS, J. G. STEM education: The potential of technology education. In: **The 95th Annual Mississippi Valley Technology Teacher Education Conference**, 2008.
- WENGER, E. C. **Communities of practice: a brief introduction**. 2006.
- WILBERT, J. K. W.; DANDOLINI, G. A.; STEIL, A. V. Transformações Conceituais de Comunidades de Prática da Aprendizagem Situada à Gestão Organizacional. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, v. 8, n. Esp., p. 102-117, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/pgc/article/view/42292>. Acesso em: 16 jan. 2021.
- ZEIDLER, D. L. STEM Education: A deficit framework for the twenty first century? A sociocultural socioscientific response. **Cultural Studies of Science Education**, v. 11, n. 1, p. 11–26, 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11422-014-9578-z>. Acesso em: 10 jan. 2021.
- ZOLLMAN, A. Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. **School Science and Mathematics**, v. 112, n. 1, p. 12-19, 2012.