

PRÁTICAS EPISTÊMICAS E A ABORDAGEM STEM/STEAM NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

EPISTEMIC PRACTICES AND THE STEM/STEAM APPROACH IN SCIENCE TEACHING: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

LAS PRÁCTICAS EPISTÉMICAS Y EL ENFOQUE STEM/STEAM EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

Daniela Santos de Jesus

dane.santos.07@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-6783-6203>
Universidade Federal de Sergipe

Edson José Wartha

ejwartha@academico.ufs.br
<https://orcid.org/0000-0003-4919-3504>
Universidade Federal de Sergipe

RESUMO

O objetivo deste artigo é investigar, no período de 2018 a 2022, como as práticas epistêmicas estão dissolvidas no ensino de ciências, além de fazer uma busca que relacione práticas epistêmicas à abordagem STEM/STEAM, através de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL). Foram utilizadas como fonte de pesquisa as bases Google Acadêmico, Eric e Springer Link. Ao todo, foram levantados 593 artigos referentes à temática investigada, dos quais foram selecionados 35 artigos. No Brasil, os resultados apontam que as pesquisas no campo das Práticas Epistêmicas e STEAM/STEM estão dissociadas, porém, no exterior, é possível enxergar essa conexão, o que justifica a necessidade de futuros trabalhos nessa linha, em especial no Brasil, onde não foram encontrados. Além disso, foram identificados os principais autores que trabalham nessa perspectiva, o público-alvo das pesquisas, as estratégias didáticas, as revistas e as principais temáticas. Pode-se destacar que um entrelaçamento do tema com atividades investigativas e sequências de ensino e aprendizagem e argumentação estão presentes na maioria dos trabalhos, ocorrendo principalmente no Ensino Fundamental. Houve também a identificação das principais práticas epistêmicas mencionadas nos artigos. Reforça-se que há bastante espaço para o estudo do tema tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior, além da necessidade de se entender a construção epistemológica do STEAM/STEM para se aplicar às práticas epistêmicas de cada disciplina e que estas não sejam perdidas no processo de interdisciplinaridade.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino Aprendizagem; Movimentos Epistêmicos; Estratégias Didáticas.

ABSTRACT

The objective of this article is to investigate, from 2018 to 2022, how epistemic practices are dissolved in science teaching, in addition to carrying out a search that relates epistemic practices to the STEM/STEAM approach, through a Systematic Literature Review (SLR). Google Scholar, Eric and Springer Link databases were used as search sources. A total of 593 articles on the subject were retrieved, of which 35 were selected. In Brazil, the results show that research in the field of Epistemic Practices and STEAM/STEM is disconnected, but abroad it is possible to see this connection, which justifies the need for future work on this line, especially in Brazil, which was not found. We also identified the main authors working from this perspective, the target audience of the research, the teaching strategies, the journals and the main themes. It can be highlighted that the topic is intertwined with research activities, teaching-learning sections and argumentation in most of the works, mainly in primary education. The main epistemic practices mentioned in the articles were also identified. It should be noted that there is plenty of room for studying the subject in both primary and higher education, and the need to understand the epistemological construction of STEAM/STEM in order to apply the epistemic practices of each discipline so that the process of interdisciplinarity is not lost.

KEYWORDS: Teaching Learning; Epistemic Movements; Didactic Strategies.

RESUMEN

El objetivo de este artículo es investigar, de 2018 a 2022, cómo se disuelven las prácticas epistémicas en la enseñanza de las ciencias, además de realizar una búsqueda que relacione las prácticas epistémicas con el enfoque STEM/STEAM, a través de una Revisión Sistemática de la Literatura (RSL). Como fuentes de búsqueda se utilizaron las bases de datos Google Scholar, Eric y Springer Link. Fueron recuperados 593 artículos sobre el tema, de los cuales 35 fueron seleccionados. En Brasil, los resultados muestran que la investigación en el campo de las Prácticas Epistémicas y STEAM/STEM está disociada, pero en el extranjero es posible ver esta conexión, lo que justifica la necesidad de futuros trabajos en esta línea, especialmente en Brasil, que no se encontró. También identificamos los principales autores que trabajan desde esta perspectiva, el público objetivo de las investigaciones, las estrategias de enseñanza, las revistas y los temas principales. Se puede destacar que el tema se entrelaza con actividades de investigación, secuencias de enseñanza-aprendizaje y argumentación en la mayoría de los trabajos, principalmente en la enseñanza primaria. También se identificaron las principales prácticas epistémicas mencionadas en los artículos. Se destaca que hay mucho espacio para el estudio del tema tanto en la educación primaria como en la superior, y la necesidad de comprender la construcción epistemológica de STEAM/STEM para aplicar las prácticas epistémicas de cada disciplina para que no se pierdan en el proceso de interdisciplinariedad.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza Aprendizaje; Movimientos Epistémicos; Estrategias de enseñanza.

INTRODUÇÃO

Discussões e reflexões sobre as ciências e sobre o ensino de ciências têm estado no centro do debate entre pesquisadores da comunidade do ensino de ciências. Na seara desse debate, destacamos os estudos que têm como objeto de estudo as práticas epistêmicas, visto que, de acordo com Sasseron (2016), elas estão no coração do processo didático, sendo incorporadas não somente às dimensões conceituais e epistêmicas, mas também à dimensão social.

O termo "práticas epistêmicas" passou a ser utilizado pela comunidade de pesquisadores em ensino de ciências principalmente a partir dos estudos de Kelly (2008). Em seus trabalhos sobre o discurso e a prática dos cientistas, o estudioso considera esse último um grupo com características próprias, valores comuns, propósitos, expectativas e ferramentas, as quais são compartilhadas, tornando-se, assim, culturais. Ainda para Kelly (2008), à medida que atos relacionados ao conhecimento viram padrões, estes podem ser considerados epistêmicos, e, a partir dessas conclusões, passou-se a usar o termo "*epistemics pratics*" como sendo as conformações pelas quais uma determinada comunidade propõe, justifica, avalia e legitima o conhecimento.

Como pesquisador de destaque em nível internacional, podemos destacar as publicações de Gregory Kelly e alguns trabalhos com seus colaboradores, como Peter Licona, Ashwin Mohan, Richard Duschl, entre outros. Kelly e Licona (2018) apontam como as práticas epistêmicas se consolidaram e estão organizadas e, ao mesmo tempo, como seguem ocorrendo na sala de aula, já que contribuem para pensar a educação em ciências. Enfatizam também as práticas epistêmicas centradas na argumentação científica e na construção de explicações científicas.

No Brasil, as pesquisadoras Lucia Sasseron e Silvia Luzia Frateschi Trivelato se destacam nos trabalhos produzidos. Elas desenvolvem estudos sobre os seguintes aspectos: Trivelato e colaboradores, em seus estudos, observam que, no ensino por investigação, as práticas epistêmicas são recursos para analisar episódios produtivos ao se resolver problemas (Silva; Gerolin; Trivelato, 2018; Mello *et al.*, 2019; Natalle *et al.*, 2021). Indo a esse encontro, Sasseron (2020, 2021) assinala que a argumentação é revestida de atividades que vão desde

a tomada de decisão, a interação entre membros e o compartilhamento de fatos até a proposição e divulgação de ideias. Essas são grandes práticas epistêmicas das ciências desenvolvidas na escola (Sasseron, 2020, 2021).

As práticas epistêmicas no ensino se preocupam com a interação do estudante e seu engajamento dentro de debates, indo além do que o discente sabe sobre conceitos e focando em suas atitudes frente à exposição deles. Podemos ressaltar isso em atividades investigativas, sequências de ensino e aprendizagem, resolução de problemas, debates, rodas de conversa, questões sociocientíficas, considerando que sejam planejadas com tal intencionalidade (Leung, 2020; Carvalho *et al.*, 2021; Silva; Bertoldo; Wartha, 2021).

Vale destacar a relevância das ideias epistemológicas que o estudante utiliza ao refletir sobre os processos e seu próprio conhecimento dentro de um processo de investigação científica (Silva, 2008). Silva, Gerolin e Trivelato (2018) afirmam a necessidade de se estudar o discurso dos estudantes em situações de investigação científica e a construção de processos para com isso entender como inter-relacionar práticas e concepções de natureza epistemológica por parte desses estudantes, bem como as relações professor-aluno e aluno-aluno.

Além de práticas investigativas, acreditamos ser possível fazer uma conexão com as práticas epistêmicas da área STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts & Design and Mathematics*), já citadas por Mohan e Kelly (2020) como sendo uma configuração epistêmica de atos interdisciplinares, os quais precisam conversar entre si sem perder a essência disciplinar. O primeiro acrônimo STEM, e agora atual STEAM (o A de artes foi adicionado), se caracteriza por uma abordagem em que essas áreas interagem a fim de promover um ambiente que incorpore práticas da engenharia e da tecnologia para interpretar a ciência, utilizando elementos das artes e estratégias matemáticas de maneira a auxiliar os alunos a resolverem problemas do cotidiano de forma ativa e criativa.

A nossa hipótese é a de que possamos identificar a promoção de práticas epistêmicas relacionadas às áreas STEAM dentro dessa abordagem enquanto estratégia que vem sendo cada vez mais utilizada no ensino de ciências. Podemos pensar que existem práticas fragmentadas que pertencem a determinados grupos de cientistas e que elas precisam estar organizadas a fim de que não se perca a real natureza da ciência. A partir dessa contestação, podemos investigar as diferentes práticas epistêmicas que constituem o STEAM. Vale destacar que essa é uma abordagem que vem sendo utilizada nos EUA e vem migrando para o Brasil nos últimos anos.

Nessa perspectiva, esta Revisão Sistemática da Literatura tem o objetivo de investigar, no período de 2018 a 2022, como as práticas epistêmicas estão dissolvidas no ensino de ciências, além de fazer uma busca que relacione práticas epistêmicas à abordagem STEM/STEAM.

PRÁTICAS EPISTÊMICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

A epistemologia é o campo do conhecimento que se preocupa em estudar a origem, a natureza e as limitações do conhecimento. Quando aplicada à ciência, investiga o crescimento do conhecimento, a natureza das evidências, os critérios de definições de teoria e as demarcações de disciplinas elaboradas por uma comunidade. Esse conjunto de técnicas e práticas utilizadas com essa finalidade dá origem às práticas epistêmicas, as quais auxiliam na legitimação do conhecimento proposto através de processos em que justificam e avaliam a produção científica de um dado grupo (Kelly, 2008).

Segundo Silva (2015, p. 72), “o conceito de práticas epistêmicas associa-se, assim, a uma mudança de sujeito epistêmico, que passa de um conhecedor individual para uma comunidade de prática”. Na sala de aula, o aluno e o professor passam por um processo durante a realização de atividades em que ambos atingirão ações, que firmam um objetivo, através de padrões e critérios ideais para desvendarem coisas, compreendê-las em conjunto e formar crenças (Jiménez-Aleixandre; Crujeiras, 2017).

A comunidade científica apresenta algumas características que configuram a prática da investigação científica e, conseqüentemente, a construção do conhecimento que podem ser utilizadas pelo professor para verificar, ou não, a sua ocorrência na sala de aula pelos estudantes nas mais diversas atividades. De acordo com Silva (2009), os alunos apresentam potencialidade em atividades investigativas, por exemplo, em produzir enunciados, conclusões, hipóteses para discutir dados empíricos. É preciso fazer os alunos saírem do patamar em que apenas emitem meras opiniões e realizem argumentos em que possam legitimar a produção e a natureza do conhecimento científico, e, nesse contexto, irão promover práticas epistêmicas da comunidade científica.

Na sala de aula, o discurso/argumento do conjunto professor-aluno tem uma importância crucial nessa inter-relação. Ele precisa objetivar e ocorrer através de estratégias que estimulem o professor na realização de movimentos epistêmicos, como, por exemplo, a elaboração, instrução, confirmação, correção, síntese, compreensão, que levarão o aluno ao desenvolvimento de práticas epistêmicas, exemplificadas ao articular os próprios saberes, produzir relações, coordenar teoria e evidência, contrastar as conclusões (Silva, 2015).

As práticas epistêmicas não são ensinadas, mas sim vivenciadas, experimentadas a partir de situações em que o grupo se debruce para argumentar a respeito. Em situações escolares, os alunos devem ser levados a investigar, refletir, executar ações e projetos em que analisem dados e elaborem modelos explicativos que exijam a predição de fatos. Só assim poderão estar a desenvolver práticas epistêmicas (Sasseron, 2021).

ABORDAGEM STEM/STEAM NA EDUCAÇÃO

No passado, o ensino e a aprendizagem de ciências se concentravam principalmente na memorização de conteúdo. O professor era considerado a única fonte de transferência de conhecimento, e os alunos raramente participavam do aprendizado ativo e de atividades práticas. Não só no Brasil, como a nível global, nas últimas décadas cada vez mais os estudos na área de ensino buscam e trazem propostas a fim de romper com esse modelo, trazendo um protagonismo para o aluno e suas ações na sala de aula. Nesse mesmo contexto, surge a abordagem STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) nos EUA e sua disseminação para outros países.

Nos Estados Unidos, a necessidade de se formar profissionais nas áreas de ciências, tecnologia, engenharia e matemática faz o STEM nascer nos currículos e nas políticas públicas por se acreditar que esses profissionais seriam assim alfabetizados cientificamente e gerariam a próxima geração de inovadores. E assim diversas agências de financiamento passaram a corroborar a disseminação da educação STEM (Pugliese, 2020).

Prevendo a necessidade de inclusão de habilidades como criatividade e inovação, ocorreu a conexão da ciência com as artes e com os princípios do design, se tornando, assim, o atual STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts & Design and Mathematics*), tornando assim a aula mais interessante, abrindo espaço para a criatividade, a qual atua como fundamental para a inovação. O STEAM configura não somente competências tecnológicas, mas também criativas. O elemento artístico no STEAM está ligado à expressividade, à

construção emocional, despertando uma compreensão da compaixão, incentivando a criatividade que promove padrões mentais e gera uma mentalidade aberta e consciência afetiva (Rahmadana; Agnesa, 2022).

Vale destacar aqui que essa abordagem não é uma metodologia, um currículo ou uma técnica; não podemos defini-lo em uma caixinha, mas entendemos que existem pressupostos teóricos que visam uma abordagem interdisciplinar entre as disciplinas que o compõem, considerando métodos ativos de aprendizagem que rompam as barreiras das disciplinas e coloquem os alunos no centro de produção autônoma e criativa (Silva *et al.*, 2017). É uma abordagem pedagógica na qual os estudantes constroem seu conhecimento sob a forma de arte atrelando a outras áreas (ciências, tecnologia, engenharia e matemática). Ela caminha em direção a uma mudança de pensamento, preparando o indivíduo para a vida do século XXI (Rahmadana; Agnesa, 2022).

Erduran (2020) destaca que é preciso entender e conhecer as origens epistêmicas que fundamentam o STEM/STEAM para que ele possa ter uma grande contribuição para a educação, considerando inclusive a epistemologia distinta das disciplinas que o compõem. Em seu trabalho, o estudioso destaca oito temas transversais que caracterizam essa abordagem: comunicação, investigação, modelagem, uso de ferramentas, trabalhos com dados, compreensão de problemas ou fenômenos, resolução de problemas e avaliação de ideias ou soluções. Nesse sentido, ele alerta para que na fusão não haja a exclusão de práticas que caracterizam as disciplinas.

A respeito da utilização dessa abordagem na sala de aula e seus pressupostos, Cordova e Vargas (2016, p. 2) exprimem em seu trabalho o seguinte:

Estudantes expostos a este método, se envolvem em soluções de problemas reais de forma multidisciplinar, através de atividades ligadas diretamente com a ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática. Os alunos aprendem a planejar, exercitam a tentativa e erro, a colaboração e a perseverança, lições muito úteis, independentemente da carreira que venham a seguir. Na metodologia STEAM, o erro não é ignorado, mas o estudante é estimulado a reconhecê-lo e utilizá-lo como aprendizado. O método tem como objetivo fazer com que as crianças se questionem, observem, investiguem e reflitam sobre suas ideias.

Percebemos que, ao investigarmos os pressupostos epistêmicos que originam essa abordagem, se faz necessário investigar a sua relação com as práticas epistêmicas, já que é perceptível a existência relacional entre ambas. Assim, esta RSL se justifica para que possamos verificar a existência de trabalhos que tenham um olhar direcionado a ambas as concepções ao mesmo tempo para que, ao encontrarmos lacunas, possamos alertar a comunidade científica e fazer contribuições acadêmicas nesse sentido, tanto com estudos teóricos, como este, como em outros envolvendo práticas na sala de aula, como objetivam futuramente os autores em outros trabalhos.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa se caracteriza como uma Revisão Sistemática da Literatura que visa realizar um apanhado bibliográfico a partir de passos definidos, os quais se constituem no sentido de formular as questões de pesquisa, definir estratégias de busca e descritores, determinar os critérios de inclusão e exclusão dos documentos para assim identificar, selecionar, avaliar e poder interpretar pesquisas que sejam relevantes para um determinado contexto com vistas a responder às questões de pesquisa. Sendo assim, configura-se uma

metodologia válida e de alta confiabilidade (Kitchenham *et al.*, 2009). Nessa trajetória, foram elaboradas a pergunta central que norteará esta investigação e as questões secundárias que serão respondidas a partir do tratamento dos dados, o que inclui levantamento, seleção e leitura dos artigos selecionados.

Questões de Pesquisa

Esta RSL objetiva realizar uma seleção de estudos relacionados ao tema Práticas Epistêmicas no Ensino de Ciências, visando responder: como as práticas epistêmicas estão dissolvidas nas pesquisas em ensino de ciências e há trabalhos que a relacionem com a abordagem STEM/STEAM? Para responder a essa pergunta, foram elaboradas as questões a seguir:

- **Q1:** A quais estratégias de ensino estão relacionadas as práticas epistêmicas dentro do ensino de ciências?
- **Q2:** Há estudos que relacionem as práticas epistêmicas à abordagem STEM/STEAM?
- **Q3:** A qual público-alvo está sendo direcionada a investigação das práticas epistêmicas nos trabalhos de pesquisa?
- **Q4:** Quais as principais temáticas os artigos abordam em conjunto com as práticas epistêmicas?
- **Q5:** Quais as principais práticas epistêmicas que estão sendo abordadas nos artigos?
- **Q6:** Em quais níveis ou séries de ensino estão sendo realizadas as pesquisas?
- **Q7:** Quais os principais autores que trabalham com práticas epistêmicas? E a quais países pertencem?
- **Q8:** Quais as disciplinas das ciências naturais mais associadas às práticas epistêmicas?
- **Q9:** Quais as principais revistas de publicação? E qual a proporção dos últimos cinco anos das publicações?

Fontes de Busca e Definição da *String*

A *string* é uma sequência de caracteres, geralmente utilizada para representar palavras ou frases, seriam as palavras-chaves da caça. Algumas *strings* de buscas foram testadas até encontrarmos uma combinação que trouxesse resultados significativos que conseguissem responder da maneira mais real possível às questões de pesquisa. Assim, optamos pelas bases de dados Google Acadêmico¹, Eric² e Springer Link³. Com a intenção de fazer uma busca nacional e internacional, escolhemos o Google Acadêmico; nele utilizamos o idioma português com "Práticas epistêmicas" AND "ensino de ciências", pois somente assim surgiriam os trabalhos brasileiros, ao passo que, nas bases Eric e Springer Link, utilizamos o idioma inglês com "*Epistemic Practices*" AND "*Education Sciences*". Foram filtrados os trabalhos publicados entre 2018 e 2022 na categoria de artigos disponíveis.

Processo de Seleção e Critérios de Inclusão e Exclusão

A escolha dos artigos selecionados nessas bases foi realizada em duas partes: a primeira foi através da leitura do título e do resumo do artigo para nos certificarmos de que se enquadrava na temática abordada. Em seguida, na segunda fase, foram analisados, e a

¹ <https://scholar.google.pt/>

² <https://eric.ed.gov/>

³ <https://link.springer.com>

cada um deles foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão, os quais são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1: Critérios de inclusão e exclusão dos artigos

Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
CI.1. Estar disponível em forma de artigo completo em uma biblioteca digital.	CE.1. Artigos que não atendam aos critérios de inclusão.
CI.2. Artigos em Língua Portuguesa e Inglesa.	CE.2. Artigos duplicados.
CI.3. Estar disponível gratuitamente.	CE.3. Artigos de revisão.
CI.4. Artigos que abordam as práticas epistêmicas no ensino de ciências (química, física e biologia) e áreas afins como principal enfoque.	CE.4. Artigos cuja temática não esteja voltada para o ensino em sala de aula.
CI.5. Apenas artigos dos últimos cinco anos – 2018 a 2022.	CE.5. Artigos apresentados em congressos e/ou eventos afins, com exceção do ENPEC.

Fonte: Autoria própria.

Condução

A pesquisa foi iniciada com a definição do tema de busca e das bases de dados pelas quais se investigariam os artigos, a saber, Google Acadêmico, Eric e Springer Link, por serem bancos de dados comumente utilizados na área da educação. O primeiro passo é testar uma “*string* de buscas” que possa filtrar ao máximo os artigos que se relacionam realmente com a temática em estudo utilizando palavras-chave, descritores booleanos, como AND, OR e NOT, caso seja necessário, assim como a presença de aspas. Após a sua definição, iniciam-se as seguintes etapas: 1) Identificar o total de artigos encontrados; 2) Pré-selecionar os artigos através da leitura de títulos, resumos e, quando houver, palavras-chave, identificando se há realmente relação com o tema; 3) A última filtragem analisa com maior profundidade os critérios de inclusão e exclusão, e, para isso, se faz, também, uma leitura flutuante do corpo do texto e 4) Com essa definição realizada, os artigos devem ser analisados a fim de responder às questões secundárias inicialmente propostas nesta revisão sistemática.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Resultado da Condução da Pesquisa

Ao se realizar uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), precisamos definir bem a questão de pesquisa e os métodos que serão utilizados para sua realização. Nesse processo, é importante a definição da estratégia de busca, que tem por objetivo detectar o máximo possível de literatura relevante, e nisso incluímos a “*string* de busca”, o qual deve ser aquele que melhor trouxer uma amostra de artigos que sejam compatíveis com a sua pesquisa, assim como a escolha dos bancos de dados. Para a seleção dos artigos, se faz necessária a definição dos critérios de inclusão e exclusão que atendam aos objetivos da pesquisa.

Na Figura 1 a seguir, encontramos uma representação da filtragem desses artigos, partindo das etapas propostas. Nesse esquema, representamos a quantidade de artigos encontrados em cada base à medida que eles eram selecionados. Com a “*string*” de busca, temos a primeira triagem, e a partir daí é feita a leitura dos títulos e dos resumos a fim de detectarmos quais artigos de fato trabalham com práticas epistêmicas. A seleção final de artigos se dá através de uma leitura mais atenta dos textos visando aplicar os critérios de inclusão e exclusão. Com isso, fechamos em 35 trabalhos a serem analisados na presente RSL.



Figura 1: Representação do processo de filtragem dos artigos aplicando os critérios de inclusão e exclusão

Fonte: Autoria própria.

Com os artigos selecionados, construímos o Quadro 2, o qual apresenta o título, a citação e o banco de dados em que foram encontrados os estudos. O Quadro visa facilitar a busca para outros pesquisadores que tenham interesse em utilizar os trabalhos em suas investigações.

Quadro 2: Título e citação dos artigos finais selecionados e os respectivos bancos de dados

Banco de Dados	Título/Citação	Banco de Dados	Título/Citação
Google Acadêmico	Práticas constituintes de investigação planejada por estudantes em aula de ciências: análise de uma situação (Sasseron, 2021)	Eric Springer Link	A20 Teachers' Incorporation of Epistemic Practices in K-8 Engineering and Their Views about the Nature of Engineering Knowledge (Antink-Meyer; Arias, 2022)
	A2 A Importância da Autonomia dos Estudantes para a Ocorrência de Práticas Epistêmicas no Ensino por Investigação (Silva; Gerolin; Trivelato, 2018)		A21 Evidence of Scientific Literacy Through Hybrid and Online Biology Inquiry-Based Learning Activities (Natale <i>et al.</i> , 2021)
	A3 Interações Discursivas, Práticas Epistêmicas e o Ensino de Relatividade Restrita (Neves; Pierson, 2022)		A22 Exploring the Inquiry-Based Learning Structure to Promote Scientific Culture in the Classrooms of Higher Education Sciences (Mello <i>et al.</i> , 2019)
	A4 Práticas epistêmicas em classes multisseriadas: relatos de uma professora (Santana; Sedano, 2021)		A23 Modeling Conceptualization and Investigating Teaching Effectiveness (Santini; Bloor; Sensevy, 2018)

Google Acadêmico	A5	A elaboração de uma SEI para crianças da educação infantil: possibilitando o engajamento em práticas epistêmicas (Carvalho <i>et al.</i> , 2021)	Eric Springer Link	A24	Translanguaging in a middle school science classroom: constructing scientific arguments in English and Spanish (Licona; Kelly, 2020)
	A6	Relações entre movimentos epistêmicos e práticas epistêmicas na sala de aula de ciências: análise do episódio de uma aula sobre fotossíntese (Araújo; Mendonça, 2022)		A25	Framing Oneself and One Another as Collaborative Contributors in Small Group Argumentation in a Science Classroom (Há; Kim, 2021)
	A7	POE como possibilidade de desenvolvimento de práticas epistêmicas pelos licenciandos de Ciências/Química (Santos; Lima, 2018)		A26	Rethinking Disciplinary Links in Interdisciplinary STEM Learning: A Temporal Model. (Tytler; Prain; Hobbs, 2021)
	A8	Da simulação computacional ao uso das representações visuais: desenvolvendo práticas epistêmicas em aulas de Química (Campos Silva; Silva, 2022)		A27	Supporting Elementary Teachers' Collective Inquiry into the "E" in STEM: Examining Students' Engineering Design Work (Mangiante; Gabriele-Black, 2020)
	A9	Práticas e movimentos epistêmicos na análise dos resultados de uma atividade prática experimental investigativa (Motta; Medeiros; Motokane, 2018)		A28	Middle School Science Teachers' Discursive Purposes and Talk Moves in Supporting Students' Experiments (Soysal, 2022)
	A10	"Uma conversa relativística": Análise das interações discursivas e práticas epistêmicas em situação de ensino (Neves; Pierson, 2021)		A29	Promoting Elementary Students' Epistemology of Science through Computer-Supported Knowledge-Building Discourse and Epistemic Reflection (Lin; Chan, 2018)
	A11	Interações discursivas e argumentação em sala de aula: a construção de conclusões, evidências e raciocínios (Sasseron, 2020)		A30	Student Justifications in Engineering Design Descriptions: Examining Authority and Legitimation (Jung; Mcfadden, 2018)
	A12	Movimentos epistêmicos propostos por uma professora de ciências para construção de processos argumentativos no ensino de ciências por investigação (Jesus; Sedano, 2022)		A31	Promoting Students' Use of Epistemic Understanding in the Evaluation of Socioscientific Issues through a Practice-Based Approach (Leung, 2020)
	A13	Padrões discursivos em rodas de conversa como estratégia de ensino (Silva; Bertoldo; Wartha, 2021)		A32	The Conceptualization and Development of the Practical Epistemology in Science Survey (PESS) (Villanueva <i>et al.</i> , 2019)

Google Acadêmico	A14	Sequência de ensino investigativa para o estudo do tema água utilizando o microscópio de gota (Barcellos, 2022)	Eric Springer Link	A33	Nature of Science and Nature of Scientists (Mohan; Kelly, 2020)
	A15	Uma análise das práticas e movimentos epistêmicos desenvolvidos em uma aula virtual sobre dilatação térmica (Freire; Silva, 2021)		A34	Engineering practices as a framework for STEM education: a proposal based on epistemic nuances (Simarro; Couso, 2021)
	A16	A Lua na sala de aula: investigando práticas epistêmicas no ensino de Astronomia (Menezes; Sessa, 2022)		A35	A Tool for Visualizing and Inquiring into Whole-Class Sensemaking Discussions (colley; windschitl, 2021)
	A17	Práticas epistêmicas e abordagem QSC com o foco no ensino explícito de ética e moral (Mendonça; Vargas, 2022)			
	A18	Dos conhecimentos tradicionais às práticas epistêmicas: situando conceitos químicos nos contextos dos estudantes (Fonseca; Silva, 2022)			
	A19	Diferentes padrões de mediação e suas repercussões nas aprendizagens dos alunos (Branco, 2019)			

Fonte: Autoria própria.

As próximas seções da pesquisa se incumbirão de discutir as questões que nortearam o trabalho a fim de responder à questão de pesquisa.

Discutindo cada questão

Q1: A quais estratégias de ensino estão relacionadas as práticas epistêmicas dentro do ensino de ciências?

O termo estratégia é bem amplo no ensino, por isso usaremos aqui a ideia de Vieira e Tenreiro-Vieira (2005) e o consideraremos como sendo instrumentos ou métodos que levam a uma organização sequencial de ações ou atividades no ensino e que são utilizados durante um intervalo de tempo e com certa finalidade. Através da Figura 2, a seguir, perceberemos que a argumentação é a estratégia mais utilizada a fim de se verificar a mobilização de práticas epistêmicas, seja pelos alunos, seja pelos professores, como intuímos nos trabalhos de Sasseron (2020, 2021), por exemplo. Essa estratégia está diretamente associada a práticas epistêmicas como a comunicação e a proposição, entre outras.

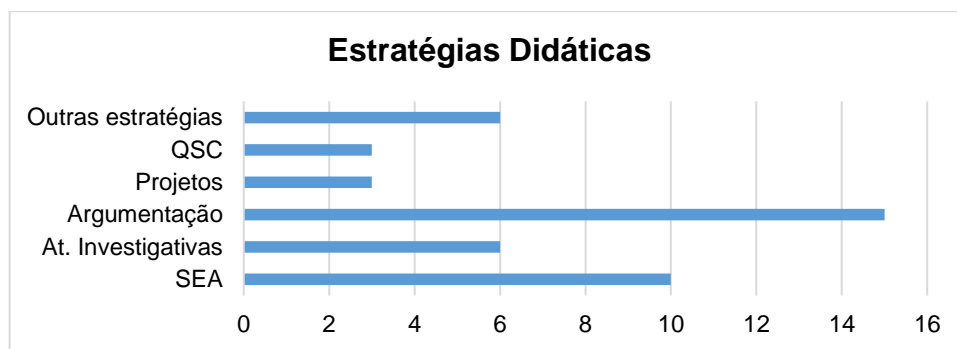


Figura 2: Estratégias didáticas categorizadas nos artigos

Fonte: Autoria própria.

A segunda que mais se destacou nos trabalhos foram Sequências de Ensino-Aprendizagem (SEA) e suas variações, as quais vinham como instrumento, contendo uma série de atividades/estratégias. Carvalho *et al.* (2021) observam, na execução das SEA, se crianças desenvolvem a prática de observações; o levantamento de hipóteses; a produção de desenhos; a comunicação de descobertas e a formulação de conclusões. Vale destacar que, mesmo a argumentação não sendo trazida como enfoque, os autores ressaltam as respostas dos alunos em questões, por exemplo, como forma de levantamento dos dados.

Em terceiro lugar, encontramos as atividades investigativas nos trabalhos de Santana e Sedano (2021); Mello et al. (2019) e Sasseron (2021), nesse último atrelado também à argumentação. Destaca-se, também, a elaboração de projetos nos artigos de Antink-Meyer e Arias (2022); Jung e Mcfadden (2018) e Mangiante e Gabriele-Black (2020), todos eles relacionados a projetos de engenharia e suas práticas epistêmicas, sendo dois deles associados à abordagem STEAM.

As questões sociocientíficas são utilizadas por Leung (2020), que evidencia as práticas epistêmicas por alunos de graduação ao discutir as QSC (Questões Sociocientíficas) a fim de promover a educação científica, e por Licona e Kelly (2020), que trabalham a argumentação a partir dessas questões visando o ensino das línguas inglesa e espanhola. Outras diferentes estratégias encontradas são jogos, simulações computacionais, aplicação de testes, entre outras.

Q2: Há estudos que relacionem as práticas epistêmicas à abordagem STEM/STEAM?

Inicialmente, vale elucidar que não foi encontrada tal relação em revistas brasileiras; entretanto, nas revistas internacionais, quatro trabalhos foram selecionados por apresentarem alguma relação entre práticas epistêmicas com a abordagem STEM/STEAM. Estreamos destacando o trabalho de Tytler, Prain e Hobbs (2021), o qual nos faz pensar sobre a natureza das inter-relações entre as disciplinas da sigla STEM. Os autores o elencam como um trabalho interdisciplinar e assinalam que por isso estudar e conhecer as bases epistêmicas de cada uma das disciplinas se faz indispensável para que não sejam perdidas dentro da integração.

Para essa investigação, os autores utilizam duas grandes iniciativas STEM australianas a fim de examinar as relações temporais entre a matemática, a ciência e a tecnologia nos níveis micro, meso e macro, assim como implicações disso para a integridade disciplinar. Eles trazem uma discussão sobre o currículo e sua construção disciplinar e multidisciplinar. Por exemplo, eles enfatizam que, se dentro das investigações STEAM os alunos vivenciarem a matemática simplesmente como um conjunto de regras procedimentais, eles podem perder a

essência real das práticas epistêmicas que compõem a matemática. Além disso, os autores demonstram uma preocupação com a falta de inquietação sobre a carência de propriedade, em como essas áreas podem se integrar de maneira produtiva para que o aluno de fato domine cada campo. Por fim, argumentam que a advocacia interdisciplinar contemporânea representa um desafio para renovar as tradições epistêmicas nas disciplinas STEM (Tytler; Prain; Hobbs, 2021).

Mangiante e Gabriele-Black (2020) concretizam um diagnóstico dentro da construção de projetos STEM por professores da Educação Básica, com enfoque no "E", ou seja, sinalizam quais seriam as práticas epistêmicas da engenharia. Para tanto, eles destacam inicialmente a *inovação, a investigação, a avaliação e a justificação de ideias de concepção* já colocadas por Gregory Kelly em seus estudos. E, além delas, nesse trabalho também são mencionadas 16 práticas epistêmicas da engenharia que se dividiriam em quatro categorias: "*engenharia em contextos sociais, utilização de dados e provas para tomar decisões, ferramentas e estratégias para a resolução de problemas, e encontrar soluções através da criatividade e da inovação*". Os autores discutem essas práticas e sua utilização na sala de aula e enfocam a necessidade de melhorar a formação do professor com o objetivo de prepará-lo para a elaboração de projetos STEM, principalmente com foco nas práticas de engenharia.

No artigo é nítido que a abordagem STEM precisa estar atrelada e preocupada com as práticas epistêmicas que regem as quatro disciplinas. E, mesmo que a ciência e a engenharia ou a matemática, por exemplo, tenham muito em comum, ambas apresentam características próprias que precisam ser dominadas pelo professor ao elaborar aulas ou projetos STEM.

Mohan e Kelly (2020) em seu artigo estudam práticas epistêmicas de grupos de cientistas que eles chamam de "Nature of Science" (NOS) relacionadas às comunidades STEM. Analisam as práticas dos cientistas de maneira individual e em grupo desde a graduação STEM até a pós-graduação. Os autores apontam que existem práticas epistêmicas necessárias para ser membro de uma comunidade científica e que existe uma diferença entre ser consumidor desses conhecimentos e ser um produtor. Afirmam ainda que se faz necessário que os pesquisadores STEM desenvolvam conhecimentos, habilidades, disposições e valores necessários para produzir saberes ao serem inseridos em uma comunidade de um campo científico.

Na publicação de Mohan e Kelly (2020), há ainda uma discussão a respeito das práticas epistêmicas existentes em um pesquisador individual e é dito que elas precisam progredir para práticas que acontecem quando existe uma comunidade, e assim o pesquisador poderá evoluir de maneira produtiva em comunidades de pós-graduação, por exemplo. Afirmam, ainda, que a socialização é fundamental para contribuir com esse processo de evolução dos alunos STEM, que saem da graduação e tendem a se tornar pesquisadores na pós-graduação.

Simarro e Couso (2021) publicaram na *Revista Internacional de Educação STEM* e trazem como tema as práticas epistêmicas da engenharia dentro da educação STEM. Eles expõem uma discussão acerca das intersecções entre as práticas epistêmicas da ciência e da engenharia e propõem nove práticas de engenharia que contêm nuances epistemológicas que, segundo os autores, falam em outras propostas, incluindo aspectos essenciais, como definição de escopo de problemas, identificação de múltiplas soluções, seleção, teste e melhoria de soluções e materialização de soluções.

Q3: A qual público-alvo está sendo direcionada a investigação das práticas epistêmicas nos trabalhos de pesquisa?

Os trabalhos têm, principalmente, os alunos como público-alvo, enfatizando o desenvolvimento de práticas epistêmicas por esses sujeitos (63%), como visto em Villanueva

et al. (2019), que criaram um instrumento que visava medir a interação individual e social de alunos em meio à comunidade científica; de maneira semelhante, Mello (2019) também analisa a interação dos alunos em meio a atividades investigativas.

Depois poderíamos destacar aqueles que se referem a alunos e professores (23%), por exemplo, Neves e Pierson (2021), que avaliam a interação discursiva entre os alunos e a importância do papel do professor nesse processo dentro do tema Teoria da Relatividade Restrita (TRR). Os que aparecem em menor quantitativo são aqueles que apenas analisam o professor (14%). Colley e Windschitl (2021) construíram códigos de barra que representavam a interação discursiva de alunos de ciências ao longo do ano letivo nas práticas epistêmicas desenvolvidas por eles.

Q4: Quais as principais temáticas os artigos abordam em conjunto com as práticas epistêmicas?

A maioria dos artigos, em especial do Brasil, atrela as práticas epistêmicas à argumentação e/ou ao discurso. Compreendemos, assim, que há uma vasta relação entre ambas, e é inegável que o discurso e/ou a forma de responder ou se posicionar frente às atividades na sala de aula, seja pelos alunos ou pelos professores, são uma das maneiras de se perceber a existência ou não de práticas epistêmicas.

Neves e Pierson (2021) em seus trabalhos defendem que as interações discursivas mobilizam práticas epistêmicas em situação de investigação em que os alunos tenham de resolver questões, solucioná-las e avaliar os resultados. Sasseron (2020), por sua vez, defende que essas interações contribuem para o desenvolvimento da linguagem científica e diz que é a partir delas que novos entendimentos são construídos, negociados e assumidos em um grupo.

Para Silva, Bertoldo e Wartha (2021), a argumentação dentro de rodas de conversa, por exemplo, se constitui um instrumento de percepção sobre as ações dos estudantes em um processo ativo de aprendizagem no qual é possível que haja a prática da interpretação, da articulação e de relações entre argumentos a fim de expor ideias. De maneira semelhante, Ha e Kim (2021) defendem a constatação de que os alunos em grupo podem desenvolver práticas epistêmicas e fazer isso não apenas argumentando, mas também ouvindo o outro, para que consigam de modo colaborativo avaliar ideias e hipóteses.

O ensino por investigação também aparece com uma relevante frequência. Sabendo que as ciências da natureza estão embasadas em pressupostos experimentais, os trabalhos vão nessa direção a fim de relacionar a prática do fazer ciência com a da construção do conhecimento científico pelos alunos e/ou pelos professores. Barcellos *et al.* (2022) afirmam que o ensino por investigação se faz como um método com potencial de desenvolver práticas epistêmicas e promover a alfabetização científica, já que ambos caminham em direção à produção, comunicação e avaliação do conhecimento. Com isso, por meio de uma sequência de ensino investigativa, eles identificam como e quando as práticas epistêmicas foram sendo desenvolvidas pelos estudantes.

Nessa perspectiva, destacamos, também, o trabalho de Mello *et al.* (2019), o qual sugere atividades investigativas de imunologia, considerando que elas objetivam a realização de práticas epistêmicas, pelos estudantes, comumente realizadas por cientistas, em especial imunologistas. Os estudiosos frisam que a ciência no Ensino Superior deve se concentrar em dar aos alunos habilidades científicas profissionais e que as atividades investigativas são fortes aliadas no planejamento do professor. Percebemos, então, que nas pesquisas essa relação é vista tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior.

Um tópico que podemos ressaltar por aparecer em dois trabalhos é a Epistemologia da ciência; consideramos aqui trabalhos que trouxeram alguma discussão sobre nuances epistêmicas em relação à natureza e à construção do conhecimento científico. Lin e Chan (2018) vêm nessa direção e consideram a necessidade de os alunos desenvolverem a compreensão epistêmica sobre a natureza da ciência, e, para isso, é necessário submergi-los em ações envoltas na construção de teorias, assim como na apropriação de práticas epistêmicas. Nesse estudo, analisam diferentes dimensões e níveis da Epistemologia da Ciência dos alunos a partir de uma construção teórica vinculada ao discurso dos alunos de idade entre 10 e 12 anos.

Em outro ponto de vista, temos Vilanueva *et al.* (2019) refletindo sobre as crenças epistêmicas dos alunos e elucidando a relação delas com aspectos da aprendizagem, incluindo realização, motivação, engajamento cognitivo e uso de estratégias, que influenciam diretamente na aprendizagem em ciências e no desenvolvimento de práticas epistêmicas, destacando como construir teorias e modelos, elaborar argumentos e usar formas especializadas de falar, escrever e representar fenômenos. Eles arquitetaram uma "*Practical Epistemology in Science Survey (PESS)*" com o objetivo de identificar e fazer os alunos perceberem sua participação individual e social na comunidade científica da sala de aula ao representarem ideias e interajam com os colegas.

Podemos salientar outros temas observados nos trabalhos, a saber: teorias da Psicologia Sociocultural e da Sociolinguística; Teoria da Ação Conjunta da Didática; atividades baseadas na POE (Predição-Observação-Explicação); Alfabetização Científica; Divulgação Científica; estudo da autonomia dos estudantes. Lembrando que há pesquisas que podem se enquadrar em mais de um tema.

Q5: Quais as principais práticas epistêmicas que estão sendo abordadas nos artigos?

Sasseron (2021) investiga as dimensões epistêmicas das construções do conhecimento em atividades experimentais de ciências e elenca como algumas das principais práticas: *propor, comunicar, legitimar ideias e avaliar informações*. Tais práticas também embasam os trabalhos de Santana e Sedado (2021); Silva, Gerolin e Trivelato (2018); Neves e Pierson (2021); Carvalho *et al.* (2021); Santos e Lima (2018); Mendonça e Vargas (2022) e Natale *et al.* (2021). Vale lembrar que há trabalhos que constroem categorias subdividindo essas práticas em outras, assim como utilizam termos sinônimos. *Concluindo e elaborando hipóteses* também aparecem como práticas epistêmicas em Motta, Medeiros e Motokane (2018); Araújo e Mendonça (2022) e Fonseca e Silva (2022). Todos têm como embasamento Kelly e Licona (2018) ou Kelly e colaboradores.

Trazemos também destaque para um trabalho, desses mesmos autores, que são referência em muitos outros, para o que eles chamam de *práticas científicas*, são elas: "*Fazendo perguntas; Respondendo a perguntas; Fornecendo uma reivindicação; Fornecendo evidências; Envolvendo-se com o texto científico; Discutindo questões; Discutindo respostas; Construir uma explicação científica como um grupo*" (Licona; Kelly, 2020, p. 495, tradução nossa).

Em artigos em que o foco são as práticas epistêmicas da engenharia, conseguimos ressaltar sete delas, conforme assinalam Antink-Meyer e Arias:

Aplicando conhecimentos matemáticos à resolução de problemas; Aplicando o conhecimento científico à resolução de problemas; Considerando os problemas no contexto; Tomando decisões baseadas em evidências;

Processos, métodos e designs inovadores; Construindo modelos e protótipos; Fazendo trocas entre critérios e restrições (2021, p. 366, tradução nossa).

Jung e McFadden (2018) abordam características semelhantes e afirmam que há diferenças entre as práticas epistêmicas da ciência e as da engenharia. Em outro trabalho, essas práticas são divididas em oito e são originadas das práticas elencadas pelo Conselho Nacional de Engenharia, são elas:

1. Definindo problemas;
2. Desenvolvendo e usando modelos;
3. Planejamento a realização de investigações;
4. Análise e interpretação de dados;
5. Usando matemática e pensamento computacional;
6. Projetando soluções;
7. Engajar-se em argumentar a partir de evidências;
8. Obtenção, avaliação e comunicação de informações (Simarro; Couso, 2021, p. 5, tradução nossa).

Nesse último trabalho, as origens epistemológicas contribuem para entender as práticas epistêmicas da engenharia dentro do STEM. Freire e Silva (2021) apresentam uma diferenciação entre práticas epistêmicas e movimentos epistêmicos. Adjane Silva, uma das autoras desse trabalho, traz esse termo em outros trabalhos seus. Para os autores, na sala de aula o professor realiza movimentos epistêmicos que irão possibilitar a ocorrência de práticas epistêmicas nos estudantes. Eles destacam as categorias elaboração, reelaboração, instrução, confirmação, correção, síntese e compreensão e afirmam que as práticas epistêmicas geradas e apropriadas, pelos estudantes, podem ser finitas e se dão de acordo com uma gama de objetivos educacionais propostos pelo professor.

Podemos aqui destacar algumas práticas epistêmicas (PE) que são ligadas ao movimento epistêmico (ME) realizado pelo professor na aula, conforme elaborado por Freire e Silva (2021): lidando com situações anômalas ou problemáticas, selecionando variáveis para planejar artefatos, argumentando, generalizando, justificando as próprias conclusões, criticando declarações de outros etc.

Ao analisarmos os trabalhos identificados e a gama de práticas epistêmicas, notamos que existe uma variabilidade delas e uma proximidade entre muitas delas. Entendemos que o professor/pesquisador precisa conhecer e se apropriar delas para conseguir visualizar sua ocorrência na sala de aula, assim como preparar ambientes favoráveis para que elas ocorram efetivamente tanto nos alunos quanto em pesquisadores e professores nos mais diversos níveis.

Q6: Em quais níveis ou séries de ensino estão sendo realizadas as pesquisas?

Identificamos que 40% das pesquisas ocorreram no Ensino Fundamental, o que vai ao encontro da disciplina Ciências. Nesses estudos, esses alunos estão sendo analisados em atividades como roda de conversa (Silva; Bertoldo; Wartha, 2021), prática experimental (Motta; Medeiros; Motokane, 2018), construção da conceituação através de jogos (Santini; Bloor; Sensevy, 2018), entre outras. Com 30%, temos o Ensino Superior, destacando-se os estudos de Santos e Lima (2018), que realizam atividades baseadas na POE (Predição-Observação-Explicação) com licenciandos de Química, e de Mohan e Kelly (2020), que analisam as práticas epistêmicas de diferentes grupos da comunidade científica das áreas STEM, sejam eles graduandos ou pós-graduandos.

Os trabalhos que envolvem o Ensino Médio se apresentam como sendo 24% do total, e um destaque aqui é que a maioria é formada por trabalhos de autores brasileiros. Silva e Silva (2022) realizam uma abordagem investigativa através de simulações computacionais e,

por meio da análise textual discursiva, analisam as práticas desenvolvidas por estudantes do 3º ano do Ensino Médio. Podemos também frisar o estudo de Araújo e Mendonça (2022), que averiguam os movimentos epistêmicos dos alunos do 1º ano em uma atividade de uma sequência didática sobre fotossíntese.

Por fim, dois trabalhos, que representam 6%, são relacionados à Educação Infantil. Um deles, de Carvalho *et al.* (2021), constrói uma sequência de ensino investigativa a fim de evidenciar práticas epistêmicas como observações; levantamento de hipóteses; produção de desenhos; comunicação de descobertas e formulação de conclusões desenvolvidas por crianças de cinco anos.

Q7: Quais os principais autores que trabalham com práticas epistêmicas? E a quais países pertencem?

Ao identificarmos os autores dos trabalhos aqui selecionados e seus países, originamos a produção da Figura 3. Começando a análise pelo Brasil, nota-se que é o país com maior número de autores, provavelmente pela busca no Google Acadêmico ter sido realizada com a *string* de busca na língua portuguesa e por alguns artigos de outras bases também pertencerem a autores brasileiros.



Figura 3: Distribuição de autores e seus países

Fonte: Autoria própria.

O tamanho da fonte na Figura 3 está relacionado à frequência. Quarenta autores diferentes são encontrados nos trabalhos brasileiros, e, devido ao grande número, optamos por representar apenas os que continham dois ou mais trabalhos publicados, considerando oito com duas publicações, e com três temos o autor Gerolin e, por fim, Trivelato, com quatro trabalhos, sendo esse último o autor que mais aparece nas publicações filtradas dos últimos cinco anos.

Em segundo lugar, estão os Estados Unidos da América (EUA), com 14 autores, dentre os quais apenas Kelly aparece com duas publicações. Em seguida, temos quatro franceses, sendo que na figura 3 destacamos os que aparecem em duas publicações. Depois temos Hong Kong e Austrália com três autores ambos, sendo o primeiro resultado de dois artigos, ao passo que o segundo tem apenas um artigo.

A Espanha apresenta dois autores, os quais advêm apenas de uma publicação; o mesmo ocorre com os autores coreanos. Para finalizar com trabalhos desenvolvidos por apenas um autor, temos um em Portugal e outro na Turquia. O trabalho da autora da África do Sul foi escrito com três coautores dos EUA.

Q8: Quais as disciplinas das ciências naturais mais associadas às práticas epistêmicas?

Como o enfoque da pesquisa é na área de ciências da natureza, era de se esperar trabalhos nas disciplinas Química, Física e Biologia ou Ciências, a depender do nível de ensino. Na figura 5 percebemos que 40% dos trabalhos foram realizados na faixa do Ensino Fundamental; proporcionalmente a isso, na Figura 4 percebemos 17 pesquisas estão relacionadas à disciplina Ciências.

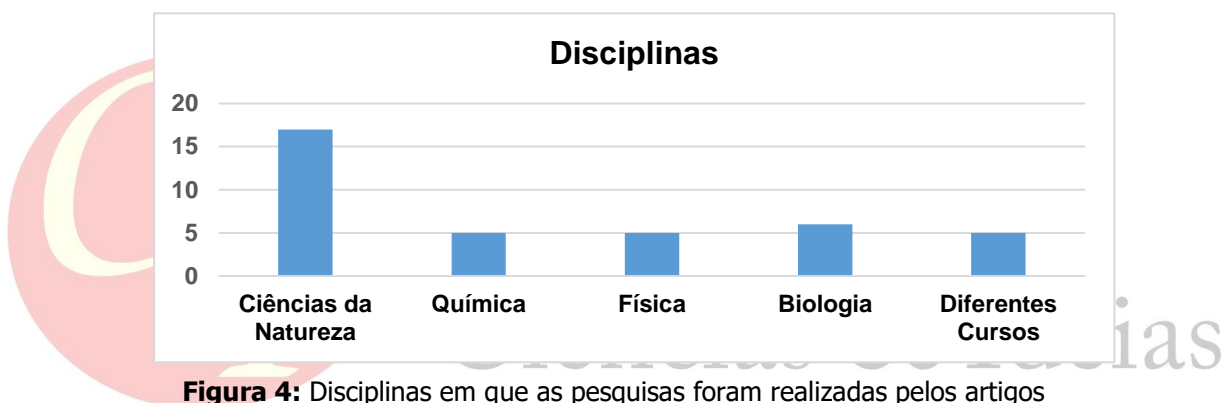


Figura 4: Disciplinas em que as pesquisas foram realizadas pelos artigos

Fonte: Autoria própria.

Cinco trabalhos se destacam por envolver diferentes cursos, dentre eles temos Simarro e Couso (2021), que estudam as práticas no curso de Engenharia; Leung (2020), que utiliza 109 alunos de diferentes cursos de graduação; já cursos na área STEAM são abordados na pesquisa de Mohan e Kelly (2020), com cursos de graduação existentes nos EUA.

Q9: Quais as principais revistas de publicação? E a proporção dos últimos cinco anos das publicações?

Ao analisar as revistas que mais publicam acerca da temática em questão, temos a *Science & Education*, visto que, dos 35 artigos analisados, 11 estão nessa revista e são artigos provenientes das bases Eric e Spring Link. Essa revista é conhecida por abordar questões relacionadas às contribuições da História, da Filosofia e da Sociologia das Ciências e da Matemática.

Em segundo lugar, temos o ENPEC (Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências), com quatro trabalhos. Mesmo não sendo uma revista, o resultado aqui encontrado justifica a relevância das publicações brasileiras nesse evento, sendo o principal da sua área no Brasil, por isso aqui incluído.

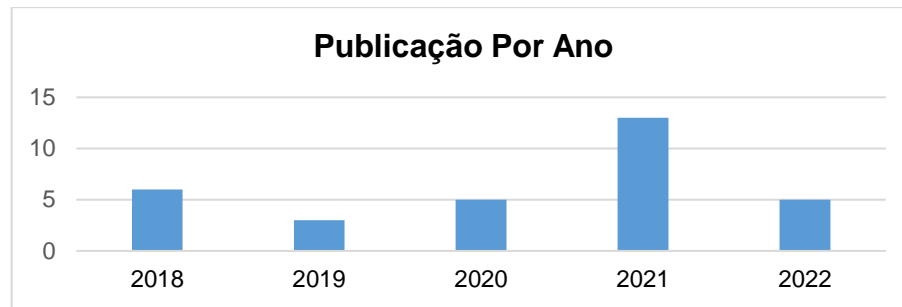


Figura 5: Quantidade de publicações por ano

Fonte: Autoria própria.

Com dois artigos, tivemos as seguintes revistas brasileiras: *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, revista com qualis A1 em ensino e em educação; também a *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação de Ciências*, com qualis A1 em educação e ensino, e *ACTIO: Docência em Ciências*, com qualis A3 em ensino e em educação. Todos esses qualis segundo a avaliação da capes quadriênio (2017-2020). As demais apresentam apenas um trabalho, dentre elas revistas brasileiras e estrangeiras.

Quando analisamos a quantidade de publicações nos últimos cinco anos (Figura 5), o ano de menor publicação foi 2019, e a maior parte dos trabalhos aqui selecionados foi publicada em 2021. Essa análise serve para que possamos perceber se houve um aumento ou uma diminuição nas produções nos últimos tempos. Como essa área de pesquisa já é consolidada no Brasil há mais de uma década, a faixa de trabalhos publicados anualmente não possui variações significativas, entretanto se faz necessário, cada vez mais, que os pesquisadores estejam atentos a revisões da literatura para que possam avançar em abordagens ainda não exploradas no campo de pesquisa.

CONCLUSÃO

É notório que uma revisão sistemática se concebe como um caminho para mapear aquilo que está sendo produzido na comunidade científica acerca de uma temática, podendo, assim, contribuir para que as pesquisas envolvendo esse tipo de metodologia possam avançar e realizar estudos que ainda não foram feitos. Enquanto uma RSL, objetivamos também observar lacunas e podemos considerar que a principal delas é que no Brasil não encontramos trabalhos que relacionem o STEM/STEAM a práticas epistêmicas. Nesse cenário, foi evidente que os trabalhos no exterior nos mostram que estudar com a interdisciplinaridade dessas áreas e com toda a pedagogia que está por trás delas carece de um aprofundamento da sua origem e de práticas que regem cada uma. Entender tudo isso poderá contribuir significativamente para que nas escolas os estudantes realmente estejam imersos em ações que são originadas na ciência, na tecnologia, na engenharia, na matemática e também nas artes.

Quando olhamos para as práticas epistêmicas, temos vários pesquisadores consolidados tanto no Brasil como fora, onde elas surgem dentro dos estudos. Esse olhar gerado pela RSL trouxe essa visão para os autores e trará também para aqueles que lerem o trabalho. Poderíamos trazer aqui como lacunas a pouca diversidade de estratégias didáticas que enfocam promover práticas epistêmicas na sala de aula e a necessidade de, cada vez mais, professores e pesquisadores serem estimulados a divulgarem seus trabalhos no dia a dia da sala de aula, assim como se aperfeiçoarem cada vez mais em formações continuadas que possam contribuir para preparar o professor.

Ao responder às questões elaboradas a priori, observamos que as estratégias mais utilizadas para desenvolver práticas epistêmicas são as atividades investigativas, as sequências de ensino-aprendizagem, a argumentação, as atividades baseadas em projetos, entre outras, sendo essas as que mais se destacam. Professores e alunos são analisados ao mesmo tempo nos trabalhos, considerando a importância de ambos dentro do processo.

Quase metade dos trabalhos selecionados trata da análise do discurso e/ou da argumentação dentro do ensino de ciências como forma de identificar a ocorrência ou não das práticas epistêmicas pelos professores e pelos alunos. Isso vai ao encontro a quando definimos quais são as práticas epistêmicas dentro do ensino de ciências: *propor, comunicar, legitimar ideias e avaliar informações*. Isso nos faz refletir sobre a importância da linguagem e da comunicação e sobre como esta é propagada no processo de ensino e aprendizagem, refletindo acerca de quão engajado o aluno consegue estar para chegar a desenvolver tais práticas.

Podemos concluir também sobre a predominância dos estudos no Ensino Fundamental e na disciplina Ciências. Os autores de maior destaque são: nos EUA, Gregory Kelly, e, no Brasil, Trivelato, quando considerados os últimos cinco anos, mas entendemos a importância de outros como Sasseron e Silva com trabalhos de grande relevância teórica e prática. Assim, identificamos lideranças entre as publicações no Brasil e nos EUA, entendendo que esse tema é vastamente estudado em diferentes regiões do mundo.

Igualmente, ao se responder às questões, é possível identificar trabalhos e como estes poderão dar contribuições e embasar a tese que estará em desenvolvimento a partir daqui.

Compreendendo que as práticas epistêmicas podem estar relacionadas a estudos que se atrelem a outras temáticas, vemos como promissora a sua investigação futura dentro da abordagem STEM, principalmente porque ela ainda não foi feita no Brasil. Entendemos, assim, que há ainda bastante espaço e vários caminhos a serem pesquisados dentro da área tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior.

Por fim, percebemos, em especial no Brasil, a importância de investigar e contribuir para a formação de professores acerca de como promover as práticas epistêmicas na sala de aula, assim como o STEAM, principalmente no Novo Ensino Médio, ressaltando a sua construção epistêmica para que não se torne apenas mais um modismo a ser inserido na educação.

REFERÊNCIAS

ANTINK-MEYER, A.; ARIAS, A. M. Teachers' Incorporation of Epistemic Practices in K-8 Engineering and Their Views About the Nature of Engineering Knowledge. **Sci & Educ**, v. 31, p. 357-382, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00265-4>. Acesso em: 11 ago. 2022.

ARAÚJO, L. de C. R.; MENDONÇA, P. C. C. Relações entre movimentos epistêmicos e práticas epistêmicas na sala de aula de ciências: análise do episódio de uma aula sobre fotossíntese. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 7, n. 1, p. 1-20, 2022. Disponível em: <https://revistas.utfpr.edu.br/actio/article/view/13474>. Acesso em: 10 ago. 2022

BARCELLOS, L. da S. et al. Sequência de ensino investigativa para o estudo do tema água utilizando o microscópio de gota. **REPPE - Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino**, v. 5, n. 2, p. 4-35, 2022. Disponível em:

<http://www.seer.uenp.edu.br/index.php/reppe/article/view/1971/1050> Acesso em: 3 dez. 2022.

BRANCO, M. J. Diferentes padrões de mediação e suas repercussões nas aprendizagens dos alunos. **Comunicações**, v. 26, n. 2, p. 127-143, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.15600/2238-121X/comunicacoes.v26n2p127-143>. Acesso em: 11 ago. 2022.

CAMPOS SILVA, E. P.; SILVA, F. C. Da simulação computacional ao uso das representações visuais: desenvolvendo práticas epistêmicas em aulas de Química. **Educação**, [S. l.], v. 47, n. 1, p. e03/ 1-25, 2022. DOI: 10.5902/1984644444488. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reeducacao/article/view/44488>. Acesso em: 11 ago. 2022.

CARVALHO, J. de A. et al. A elaboração de uma SEI para crianças da educação infantil: possibilitando o engajamento em práticas epistêmicas. *In: XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XIII ENPEC - ENPEC em Redes* – 27 de setembro a 01 de outubro 2021. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/enpec/2021/TRABALHO_COMPLETO_EV155_MD1_SA110_ID798_30072021164900.pdf. Acesso em: 10 ago. 2022

COLLEY, C.; WINDSCHITL, M. Uma ferramenta para visualizar e investigar discussões de criação de sentido para toda a classe. **Res Sci Educ**, v. 51, p. 51-70, 2021. <https://doi.org/ez20.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s11165-020-09962-6>.

CORDOVA, T.; VARGAS, I. Educação Maker SESI-SC: inspirações e concepção. *In: Conferência Fablearn Brasil*. 2016. p. 1-4.

ERDURAN, S. Natureza de "STEM"? **Ciência e Educação**, v. 29, p. 781-784, 2020. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00150-6>. Acesso em: 18 nov. 2023

FONSECA, F. A. da; SILVA, F. C. Dos conhecimentos tradicionais às práticas epistêmicas: situando conceitos químicos nos contextos dos estudantes. **Interfaces da Educação**, v. 13, n. 38, 2022. <https://doi.org/10.26514/inter.v13i38.4536>. Acesso em: 3 dez. 2022.

FREIRE, F. A.; SILVA, A. da C. T. e. Uma análise das práticas e movimentos epistêmicos desenvolvidos em uma aula virtual sobre dilatação térmica. **XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XIII ENPEC - ENPEC EM REDES** – 27 de setembro a 01 de outubro 2021. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/enpec/2021/TRABALHO_COMPLETO_EV155_MD1_SA107_ID543_02082021234006.pdf.

HÁ, H.; KIM, H. B. Framing Oneself and One Another as Collaborative Contributors in Small Group Argumentation in a Science Classroom. **Int J of Sci and Math Educ**, v. 19, p. 517-537, 2021. <https://doi.org/10.1007/s10763-020-10071-z>.

JESUS, D. S. de; SEDANO, L. Movimentos epistêmicos propostos por uma professora de ciências para construção de processos argumentativos no ensino de ciências por investigação. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 7, n. 1, p. 1-21, 2022. Disponível em: <https://revistas.utfpr.edu.br/actio/article/view/13809>. Acesso em: 11 ago. 2022.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; CRUJEIRAS, B. Epistemic Practices and Scientific Practices in Science Education. *In*: TABER, K. S.; AKPAN, B. (Eds.). **Science Education**. New Directions in Mathematics and Science Education. Rotterdam: Sense Publishers, 2017. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-749-8_5.

JUNG, K. G.; MCFADDEN, J. Student Justifications in Engineering Design Descriptions: Examining Authority and Legitimation. **International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology**, v. 6, n. 4, p. 398-423, 2018. DOI:10.18404/ijemst.440342.

KELLY, G. J. Inquiry, activity and epistemic practice. *In*: DUSCHL, R. E. (Ed.). **Teaching Scientific Inquiry**: recommendations for research and implementation. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers, 2008. p. 99-117.

KELLY, G. J.; LICONA, P. Epistemic Practices and Science Education. *In*: MATTHEWS, M. R. O. (Ed.). **History, Philosophy and Science Teaching**. New York, United States of America: Springer, 2018. p. 139-165.

KITCHENHAM, B. et al. Systematic literature reviews in software engineering – a systematic literature review. **Information and software technology**, v. 51, n. 1, p. 7-15, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2008.09.009>.

LEUNG, J. S. C. Promoting Students' Use of Epistemic Understanding in the Evaluation of Socioscientific Issues through a Practice-Based Approach. **Instr Sci.**, v. 48, p. 591-622, 2020. <https://doi.org/10.1007/s11251-020-09522-5>.

LICONA, P. R.; KELLY, G. J. Translanguaging in a middle school science classroom: constructing scientific arguments in English and Spanish. **Cult Stud of Sci Educ**, v. 15, p. 485-510, 2020. <https://doi.org/10.1007/s11422-019-09946-7>.

LIN, F.; CHAN, C. K. K. Promoting elementary students' epistemology of science through computer-supported knowledge building discourse and epistemic reflection. **International Journal of Science Education**, v. 40, n. 6, p. 668-687, 2018. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1435923>.

MANGIANTE, E. S.; GABRIELE-BLACK, K. A. Supporting Elementary Teachers' Collective Inquiry into the "E" in STEM. **Science & Education**, v. 29, p. 1007-1034, 2020. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00123-9>.

MELLO, P. S.; NATALE, C. C.; TRIVELATO, S. L. F.; MARZIN-JANVIER, P.; VIEIRA, L. Q.; MANZONI-DE-ALMEIDA, D. Exploring the Inquiry-Based Learning Structure to Promote Scientific Culture in the Classrooms of Higher Education Sciences. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 47, n. 6, p. 672-680, nov./dec. 2019. <http://dx.doi.org/10.1002/bmb.21301>.

MENDONÇA, P. C. C.; VARGAS, I. B. Práticas epistêmicas e abordagem QSC com o foco no ensino explícito de ética e moral. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 27, n. 2, p. 294-311, 2022. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2022v27n2p294>.

MENEZES, V. M.; SESSA, P. da S. A Lua na sala de aula: investigando práticas epistêmicas no ensino de Astronomia. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 28, 2022. <https://doi.org/10.1590/1516-731320220025>.

MOHAN, A.; KELLY, G. J. Nature of Science and Nature of Scientists Implications for University Education in the Natural Sciences. **Science & Education**, v. 29, p. 1097-1116, 2020. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00158-y>.

MOTTA, A. E. M.; MEDEIROS, M. D. F.; MOTOKANE, M. T. Práticas e movimentos epistêmicos na análise dos resultados de uma atividade prática experimental investigativa. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 2, p. 337-359, 2018. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6812486>. Acesso em: 11 ago. 2022.

NATALE, C. C.; MELLO, P. S.; TRIVELATO, S. L. F.; MARZIN-JANVIER, P.; MANZONI-DE-ALMEIDA, D. Evidence of scientific literacy through hybrid and online biology inquiry-based learning activities. **Higher Learning Research Communications**, v. 11, p. 33-49, 2021. <https://doi.org/10.5590/10.18870/hlrc.v11i0.1199>.

NEVES, J. A.; PIERSON, A. H. C. Interações Discursivas, Práticas Epistêmicas e o Ensino de Relatividade Restrita. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], p. e33345, p. 1-31, 2022. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2022u225255. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/33345>. Acesso em: 10 ago. 2022

NEVES, J. A.; PIERSON, A. H. C. "Uma conversa relativística": Análise das interações discursivas e práticas epistêmicas em situação de ensino. *In: XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XIII ENPEC*. Caldas Novas, Goiás, 2021. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/enpec/2021/TRABALHO_COMPLETO_EV155_MD1_SA101_ID739_06072021113540.pdf. Acesso em: 11 ago. 2022.

PUGLIESE, G. O. Um panorama do STEAM *education* como tendência Global. *In: BACICH, L.; HOLANDA, L. (Orgs.). STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica*. Porto Alegre: Penso, 2020. ISBN 987-65-81334-05-5.

RAHMADANA, Arini; AGNESA, Oki Sandra. Deskripsi Implementasi STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematic) dan Integrasi Aspek "Art" Steam pada Pembelajaran Biologi SMA. *Journal on Teacher Education*, v. 4, n. 1, p. 190-201, 2022.

SANTANA, U. dos S; SEDANO, L. Práticas epistêmicas em classes multisseriadas: relatos de uma professora. *In: XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XIII ENPEC*. Caldas Novas, Goiás, 2021. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/enpec/2021/TRABALHO_COMPLETO_EV155_MD1_SA105_ID1584_02082021094421.pdf. Acesso em: 10 ago. 2022.

SANTINI, J.; BLOOR, T.; SENSEVY, G. Modeling Conceptualization and Investigating Teaching Effectiveness. **Sci & Educ**, v. 27, p. 921-961, 2018. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-0016-6>.

SANTOS, B. V. T.; LIMA, S. M. G. POE como possibilidade de desenvolvimento de práticas epistêmicas pelos licenciandos de Ciências/Química. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, p. 1-

7, 2018. Disponível em: <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/9005/6760>. Acesso em: 10 ago. 2022.

SASSERON, L. H.; DUSCHL, R. A. Ensino de ciências e as práticas epistêmicas: o papel do professor e o engajamento dos estudantes. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, n. 2, p. 52-67, 2016. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2016v21n2p52> Acesso em: 21 mar. 2023.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e argumentação em sala de aula: a construção de conclusões, evidências e raciocínios. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 22, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/HXZSm3b7mGsNbHtsv9WHvXv/?format=html>. Acesso em: 11 ago. 2022.

SASSERON, L. H. Práticas constituintes de investigação planejada por estudantes em aula de ciências: análise de uma situação. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 23, 2021.

SILVA, A. da C. T. **Estratégias enunciativas em salas de aula de química**: contrastando professores de estilos diferentes. 2008. 477 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/684>. Acesso em: 3 nov. 2023.

SILVA, A. da C. T. Interações discursivas e práticas epistêmicas em salas de aula de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. spe, p. 69-96, 2015. <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s05>.

SILVA, I. O.; ROSAB, J. E. B.; HARDOIMC, E. L.; GUARIM NETO, G. Educação Científica empregando o método STEAM e um *makerspace* a partir de uma aula-passeio. **Lat. Am. J. Sci. Educ.**, v. 4, p. 1-9, out. 2017.

SILVA, M. B. e; GEROLIN, E. C.; TRIVELATO, S. L. F. A Importância da Autonomia dos Estudantes para a Ocorrência de Práticas Epistêmicas no Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 905-933, 2018. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183905>.

SILVA, R. P.; BERTOLDO, T. A. T.; WARTHA, E. J. Padrões discursivos em rodas de conversa como estratégia de ensino. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 17, n. 39, p. 108-128, 2021. <http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v17i39.10693>.

SIMARRO, C.; COUSO, D. Engineering practices as a framework for STEM education: a proposal based on epistemic nuances. **International Journal of STEM Education**, v. 8, n. 53, 2021. <https://doi-org.ez20.periodicos.capes.gov.br/10.1186/s40594-021-00310-2>.

SOYSAL, Y. Middle School Science Teachers' Discursive Purposes and Talk Moves in Supporting Students' Experiments. **Sci & Educ.**, v. 31, p. 739-785, 2022. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00266-3>.

TYTLER, R.; PRAIN, V.; HOBBS, L. Repensando os vínculos disciplinares na aprendizagem STEM interdisciplinar: um modelo temporal. **Res Sci Educ.**, v. 51, p. 269-287, 2021. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-09872-2>.

VIEIRA, R. M.; TENREIRO-VIEIRA, C. **Estratégias de ensino/aprendizagem: O questionamento promotor do pensamento crítico**. Lisboa: Editorial do Instituto Piaget, 2005.

VILLANUEVA, M. G. et al. A Conceituação e Desenvolvimento da Pesquisa de Epistemologia Prática em Ciência (PESS). **Res Sci Educ.**, v. 49, p. 635-655, 2019. <https://doi-org.ez20.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s11165-017-9629-z>.



Revista
Ciências & Ideias