

Abordagem STEAM no desenvolvimento de letramento estatístico: uma revisão de literatura

STEAM approach to developing statistical literacy: a literature review

Abordaje STEAM en el desarrollo de la alfabetización estadística: una revisión de la literatura

Recebido: 11/07/2022 | Revisado: 28/07/2022 | Aceito: 31/07/2022 | Publicado: 08/08/2022

Veridiana Kelin Appelt

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9997-4942>
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil
E-mail: veridianaappelt2@gmail.com

Dennys Leite Maia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9536-2025>
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil
E-mail: dennys@imd.ufrn.br

Resumo

O presente artigo é uma revisão da literatura realizada, na qual teve por objetivo identificar como são desenvolvidas práticas que visam o desenvolvimento do Letramento Estatístico por meio da Abordagem STEAM no Ensino Fundamental, bem como, analisar quais são as áreas dos professores envolvidos nessas práticas. Os dados, dos últimos cinco anos, foram coletados nas bases Google Acadêmico, Plataforma de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), na Scientific Electronic Library Online (SciELO) e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). Realizou-se descrição e análise das práticas, na qual os autores apontam que intervenções ancoradas na STEAM são relevantes para o desenvolvimento do letramento estatístico, favorecem a interdisciplinaridade, a aprendizagem por meio de investigação, a aprendizagem criativa e outras habilidades consideradas relevantes no Século XXI. Constatou-se que tais práticas preconizam a resolução de problemas reais ou de situações simuladas. Observou-se predominância de professores de Matemática nas práticas que fazem parceria com professores de séries iniciais e professores de Ciências.

Palavras-chave: Abordagem STEAM; Letramento estatístico; Ensino fundamental.

Abstract

This article is a literature review conducted, which aimed to identify how are developed practices that aim to develop Statistical Literacy through the STEAM Approach in Middle School, as well as to analyze which are the areas of the teachers involved in these practices. The data, from the last five years, were collected from the Google Scholar, Journals Platform of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES), the Scientific Electronic Library Online (SciELO) and the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD). A description and analysis of the practices was carried out, in which the authors point out that interventions anchored in STEAM are relevant to the development of statistical literacy, favor interdisciplinarity, learning through inquiry, creative learning, and other skills considered relevant in the 21st century. It was found that such practices advocate the resolution of real problems or simulated situations. There was a predominance of mathematics teachers in the practices that partner with teachers of early grades and science teachers.

Keywords: STEAM approach; Statistical literacy; Elementary school.

Resumen

Este artículo es una revisión bibliográfica realizada, que tuvo como objetivo identificar cómo se desarrollan las prácticas que tienen como objetivo desarrollar la Alfabetización Estadística a través del Enfoque STEAM en la Enseñanza Fundamental, así como analizar cuáles son las áreas de los profesores que participan en dichas prácticas. Los datos, de los últimos cinco años, fueron recolectados en el Google Académico, la Plataforma de Periódicos de la Coordinación para la Mejora del Personal de Educación Superior (CAPES), en la Scientific Electronic Library Online (SciELO) y en la Biblioteca Digital Brasileña de Tesis y Disertaciones (BDTD). Se realizó una descripción y análisis de las prácticas, en la que los autores señalan que las intervenciones ancladas en STEAM son relevantes para el desarrollo de la alfabetización estadística, favorecen la interdisciplinariedad, el aprendizaje a través de la investigación, el aprendizaje creativo y otras habilidades consideradas relevantes en el siglo XXI. Se comprobó que dichas prácticas abogan por la resolución de problemas reales o situaciones simuladas. Hubo un predominio de profesores de matemáticas en las prácticas que se asocian con profesores de primer grado y profesores de ciencias

Palabras clave: Enfoque STEAM; Alfabetización estadística; Escuela primaria.

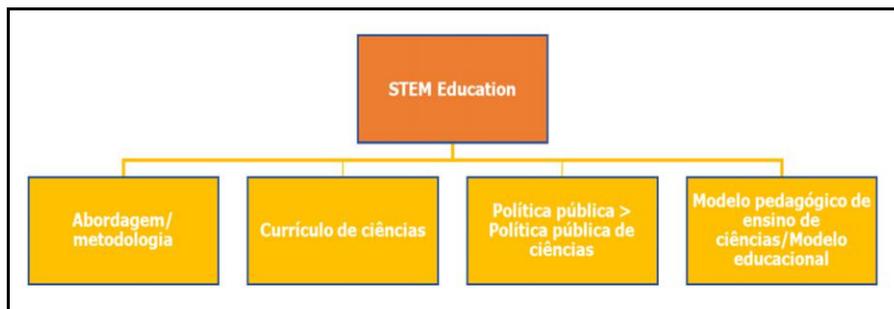
1. Introdução

Um desafio a ser enfrentado pelos profissionais da educação brasileira, em especial os professores de Matemática, é a busca por estratégias que proporcionem melhor aprendizagem aos estudantes. Os baixos níveis nos resultados das avaliações nacionais, como Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), Prova Brasil e internacionais como Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) sugerem dificuldade de aprendizagem matemática por estudantes brasileiros.

A literatura aponta que práticas pedagógicas interdisciplinares, que promovem o protagonismo do aluno e propiciam a resolução de problemas do mundo real, favorecem a aprendizagem discente. Nesse sentido, a abordagem STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) é apontada na literatura recente como uma possibilidade inovadora de impacto positivo nesses índices e pode ser um caminho para atender às demandas formativas necessárias para o exercício da cidadania dos estudantes.

O conceito de STEAM provém do STEM, e, portanto, herdou suas características. Ao tratar sobre a definição do seu conceito Pugliese (2017) apresentou quatro possíveis dimensões que o STEM pode assumir no campo educacional, entretanto, uma não exclui a outra, e por vezes se relacionam. A Figura 1 representa as quatro possíveis direções que o STEM pode assumir:

Figura 1 – Possíveis interpretações que o movimento STEM Education pode assumir.



Fonte: Pugliese (2017).

A primeira interpretação considera o STEM como uma abordagem ou metodologia, a qual está ligada a uma maneira de ensinar Ciências, que envolve a resolução de problemas, desafios e construção de protótipos. Importante fazer a ressalva de que, para essa pesquisa, entende-se o STEM apenas como abordagem que influencia na escolha ou definição de uma ou mais metodologias.

Na segunda, o STEM é encarado como uma ampliação do currículo de Ciências, na qual são incorporadas competências relacionadas à programação, Engenharia e Designer, que normalmente estão ausentes na Educação Básica.

A terceira dimensão que o STEM pode assumir é o de política pública, que visa formar professores e profissionais STEM e conduzir os alunos para essa área. Nessa dimensão, se for vinculada a um novo modelo educacional, ela irá abarcar as outras duas dimensões, pois irá modificar o currículo. Caso não seja vinculada a um novo modelo Educacional, estará focada apenas na capacitação de professores STEM. A experiência de Sobral é um exemplo exitoso de mudança na política da educação e assemelha-se a essas ideias.

Na quarta dimensão, o STEM pode ser entendido como um modelo pedagógico de ensino de ciências ou um modelo educacional. Pugliese (2017) usa as definições de Fernandes e Megid Neto (2012) para explicar o que é modelo pedagógico e o que é modelo educacional.

Para Fernandes e Megid Neto (2012, p. 26), modelos educacionais “[...] são formulações de quadros interpretativos baseados em pressupostos teóricos utilizados para explicar ou exemplificar as ideias educacionais e servem de referência para se refletir sobre o fenômeno educativo em sua totalidade”. Já os modelos pedagógicos também são formulações de quadros interpretativos baseados em pressupostos teóricos utilizados, porém com a finalidade de explicar ou exemplificar as ideias pedagógicas.

Nessa perspectiva, o STEM será caracterizado como Modelo Educacional se as lideranças políticas transformarem todo o sistema educacional para além do ensino de Ciências. Por outro lado, o STEM será caracterizado como Modelo pedagógico se essa transformação ocorrer somente no âmbito do ensino de Ciências.

Nesta pesquisa, o conceito de STEM se aproximará da primeira definição feita por Pugliese (2017), porém não será considerado uma metodologia, e sim uma abordagem pedagógica, que se vincula a diferentes propostas de aprendizagem ativa e que instiga os estudantes para que se interessem nas áreas STEM, bem como para que melhorem seu desempenho nessas áreas. Esta concepção está alinhado ao observam Maia, Carvalho e Appelt (2021, p. 4):

Frequentemente a abordagem STEAM é equivocadamente classificada como uma metodologia ativa ou mera proposta de trabalho pedagógico com tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs). Na verdade, a abordagem preconiza a utilização de TDICs e metodologias ativas, mas essa utilização dependerá da maneira de execução dessas práticas fundamentadas em STEAM. Assim, ao oportunizar um trabalho de experimentação, em que os alunos estão no centro do processo de aprendizagem, colaborando e interagindo com seus pares, propondo e testando soluções, inclusive criando artefatos, seja em atividades presenciais ou virtuais, a abordagem STEAM demanda implementação de uma metodologia ativa - como ABP, Aprendizagem Colaborativa, Peer Instruction, Design Thinking ou Ensino Híbrido - ou mesmo a integração de mais de uma delas.

Entretanto, entende-se que, além de se interessar e melhorar seu desempenho nas áreas STEM, os alunos precisam fazer uma reflexão crítica dos impactos dessas áreas na sociedade e entender a fundamentação dessas áreas nos contextos socioculturais. Assim, nessa perspectiva, optou-se pela abordagem STEAM como objeto de estudo desta pesquisa.

A STEAM Education é uma abordagem que visa instigar os estudantes a identificar, investigar e propor soluções de problemas do cotidiano, de forma crítica e criativa, promovendo intencionalmente a integração entre objetivos, práticas e avaliação de áreas diferentes (Riley, 2014).

No campo dos conhecimentos matemáticos, à medida que ocorrem os avanços tecnológicos, há um aceleração do processo de democratização das informações, o que torna o desenvolvimento do letramento estatístico na Educação Básica importante, tendo em vista que parte dessas informações são sintetizadas na forma de tabelas e gráficos e são usadas para comparar e analisar índices e, assim, defender ideias e tomadas de decisão. Dessa forma, desenvolver pesquisas relacionadas ao ensino e à aprendizagem de Estatística mostra-se relevante uma vez que tais conceitos estão presentes em diversas áreas, favorecendo ações interdisciplinares, como as práticas em abordagem STEAM.

Habilidades ligadas ao pensamento estatístico no Ensino Fundamental têm contribuição significativa no tratamento da informação para exercício pleno da cidadania e o próprio desenvolvimento do pensamento científico (CAZORLA et al., 2017), além de possuir relação direta com a abordagem STEAM. Para Gal (2002) o letramento estatístico diz respeito às capacidades de interpretação, avaliação, comunicação e reações diante de informações estatísticas, ou seja, a capacidade de usar o conhecimento estatístico para agir na sociedade. Com relação a isso, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) evidencia importância do desenvolvimento de habilidades de coleta, organização, representação, interpretação e análise de dados baseados em conceitos, fatos e procedimentos presentes em situações-problemas da vida cotidiana dos estudantes, para que possam fazer julgamentos bem fundamentados e tomar as decisões adequadas (BRASIL, [2017]). Tais habilidades estão alinhadas com as concepções da Educação STEAM que visa trabalhar com problemas do mundo real, a partir de uma experiência investigativa, para o desenvolvimento das habilidades nos campos do STEAM.

Para conhecer como práticas STEAM e Letramento Estatístico são desenvolvidas, realizou-se uma Revisão de Literatura (RL) sobre trabalhos que abordam este objeto de estudo. Assim, o objetivo deste artigo é identificar como são desenvolvidas pesquisas que envolvem o Letramento Estatístico por meio da Abordagem STEAM no Ensino Fundamental e quais as áreas dos professores envolvidos nessas práticas. É importante sublinhar a relevância deste estudo, pois traz um panorama analisado e sistematizado das pesquisas que relacionam práticas STEAM com desenvolvimento do letramento estatístico no Ensino Fundamental.

2. Percurso Metodológico

De acordo com Alves-Mazzoti e Gewandsznajder (1998, p. 180), a produção do conhecimento é uma “construção coletiva da comunidade científica, um processo continuado de busca, no qual cada nova investigação se insere, complementando ou contestando contribuições anteriormente dadas ao estudo do tema”. Dessa forma, para a realização de uma investigação científica, é importante que o pesquisador faça uma análise crítica sobre os conhecimentos já produzidos, inerentes ao seu objeto de pesquisa.

O presente artigo realizou uma revisão integrativa, na qual é conceituada por Ganong (1987) como um método que tem a finalidade de sintetizar resultados obtidos em pesquisas sobre um delimitado tema ou questão, de maneira sistemática e ordenada. Mendes, Silveira e Galvão (2008) que a revisão integrativa é organizada em seis fases: a elaboração da pergunta norteadora; busca ou amostragem na literatura; coleta de dados; análise crítica dos estudos incluídos; discussão dos resultados e apresentação da revisão integrativa.

Dessa forma essa investigação foi norteadora pelas seguintes perguntas norteadoras:

1. Como ocorreram as práticas STEAM nas pesquisas selecionadas?
2. Quais são as áreas do conhecimento dos professores envolvidos nas práticas?

Para isso, foi feito levantamento de produções, para posterior sistematização, no Google Acadêmico, Plataforma de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), na *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). Essas buscas foram realizadas por meio de descritores, em Língua Portuguesa e Inglesa, apresentados no Quadro 1. A busca foi realizada entre os meses de abril e agosto de 2021.

Quadro 1 – Descritores de busca para RL.

(“STEAM Education” OR “STEM Education” OR “STEAM Approach” OR “STEM Approach” OR “Educação STEAM” OR “Educação STEM” OR “Abordagem STEAM” OR “Abordagem STEM”) AND (“Statistical Literacy” OR “Letramento Estatístico”) AND (“middle school” OR “Ensino Fundamental”).
--

Fonte: Acervo da pesquisa (2021).

Conjuntamente, delinearam-se alguns critérios de inclusão e exclusão, a fim de selecionar os trabalhos que, de fato, foram considerados relevantes para essa pesquisa. Tais critérios estão relacionados no Quadro 2.

Quadro 2 – Critérios de inclusão e exclusão.

Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
<ul style="list-style-type: none"> Estudos primários; Artigos, teses, dissertações ou periódicos publicados entre 2016 e 2021; Artigos, teses, dissertações ou periódicos com <i>download</i> gratuito; Artigos, teses, dissertações ou periódicos que descrevem práticas STEAM/STEM no Ensino Fundamental para o desenvolvimento do letramento estatístico 	<ul style="list-style-type: none"> Estudos secundários e terciários Artigos não escritos em inglês ou português. Artigos, teses, dissertações ou periódicos duplicados; Artigos, teses, dissertações ou periódicos publicados que descrevem o contexto em níveis diferentes do Ensino Fundamental. Artigos, teses, dissertações ou periódicos com <i>download</i> pagos ou inacessíveis.

Fonte: Acervo da pesquisa (2021).

Em um estudo, realizado por Maia, Carvalho e Appelt (2021), voltado para a compreensão de como se caracterizam, práticas pedagógicas baseadas na abordagem STEAM desenvolvidas na Educação Básica brasileira, concluiu-se que essa é uma abordagem incipiente no Brasil, tendo em vista que 83% das práticas foram realizadas em 2019. Dessa forma, adotou-se um recorte temporal entre 2016 a 2021 com o intuito de privilegiar experiências mais recentes da área. Após aplicar esse filtro temporal, foram encontrados 196 artigos no Google Acadêmico, dois artigos no Portal da CAPES - vale ressaltar que nesta última base, além do filtro temporal, também foi feita a seleção do campo assunto - e por fim, na SciELO e BDTD não foi encontrado nenhum resultado.

Posteriormente, mediante a leitura dos títulos e resumos, aplicaram-se os critérios de inclusão e exclusão listados no quadro 2. Nessa leitura identificou-se que aproximadamente 86% eram estudos secundários ou terciários, 8% eram inacessíveis e 6% estavam escritos em outros idiomas e 3% estavam duplicados. Com isso, restaram apenas oito trabalhos, todos do Google Acadêmico. As produções selecionadas são artigos e foram tabulados e expostos no Quadro 3, com informações sobre: título, autor, país e ano de publicação.

Quadro 3 – Relação dos trabalhos por tipo, título, autor, país e ano.

Tipo	Título	Autor	País	Ano
Artigo	Repeated random sampling in Year 5	Watson e English	Austrália	2016
Artigo	Manufacturing licorice: modeling with data in Third Grade	English	Austrália	2017
Artigo	Statistical problem posing, problem refining, and further reflection in Grade 6	Watson e English	Austrália	2017
Artigo	Students' successes and challenges applying data analysis and measurement skills in a Fifth-Grade integrated STEM Unit	Glancy, Moore, Guzey e Smith	EUA	2017
Artigo	Data representations in a stem context: the performance of catapults	Fitzallen, Wright, Duncan e Watson	Austrália	2018
Artigo	Practicing statistics in Year 4	Watson, Fitzallen e Wright	Austrália	2019
Artigo	Sampling in the wild: how attention to variation supports Middle School students' sampling practice	Forsythe	EUA	2019
Artigo	Using integrated STEM as a stimulus to develop elementary students' statistical literacy	Hourigan e Leavy	Irlanda	2020

Fonte: Acervo da pesquisa (2021).

Com esse levantamento, percebeu-se a escassez de trabalhos voltados para desenvolvimento do letramento estatístico por meio da Abordagem STEAM, em especial, no Brasil. Nota-se que, com aproximadamente 63%, o maior volume de pesquisas está concentrado na Austrália, seguida dos Estados Unidos da América (EUA) com 25% e Irlanda com 13%. Em relação ao período, percebeu-se que os trabalhos identificados concentraram publicação nos anos de 2017 (38%) e 2019 (25%).

A seguir apresentaremos as ponderações referentes aos resultados encontrados com relação às duas questões norteadoras dessa RL i) Como ocorreram as práticas STEM/STEAM nas pesquisas selecionadas? ii) Quais são as áreas do conhecimento dos professores envolvidos nas práticas?

3. Análise e Discussão dos Dados

Para responder a primeira questão norteadora dessa RL realizou-se uma descrição de todos os artigos selecionados relatando como foi desenvolvido o letramento estatístico, bem como, uma síntese dos achados dos autores. Para responder a segunda questão foi realizado um levantamento das áreas dos professores envolvidos nas práticas selecionadas.

3.1 Questão 1 - Como ocorreram as práticas STEM/STEAM nas pesquisas selecionadas

O artigo de Watson e English (2016) é fruto de um projeto de extensão, desenvolvido para alunos do Ensino Fundamental, que visa ao desenvolvimento do Letramento Estatístico em uma escola pública da Austrália. O Projeto foi aplicado em um período de 3 anos e foi segmentado em etapas, nas quais, em cada uma delas, os alunos foram estimulados a responder – respaldados de dados estatísticos – a perguntas relacionadas a problemas do cotidiano.

No artigo intitulado “*Repeated Random Sampling in Year 5*”, foi feita a análise da aplicação de uma sequência de ensino sobre Estatística com alunos de uma turma do 5º ano de uma escola na Austrália (Watson & English, 2016). Nessa prática, foi explorada a pergunta “Somos amigos do meio ambiente?”. Primeiramente os alunos foram convidados a responder e analisar as seguintes perguntas: i) Nossa casa tem um tanque de água? ii) Eu tomo banhos curtos (menos de 4 minutos)? iii) Fecho a torneira enquanto escovo os dentes? iv) Desligo os aparelhos (por exemplo, TV, computadores) no ponto de alimentação? v) Minha casa recicla Lixo? Os alunos basearam-se nos dados de sua classe como critério para prever resultados de todos os alunos do 5º ano da Austrália.

A posteriori, com suas previsões realizadas, os estudantes foram convidados a acessar o site da ABS Census At School – que é uma agência estatística para censo escolar na Austrália – para fazer uma análise dos dados de uma pesquisa, realizada por essa agência, na qual todos os alunos do 5º ano da Austrália responderam a essas mesmas perguntas. Depois dessa análise geral, foi solicitado que, nesse mesmo site, eles escolhessem amostras aleatórias, do tamanho de sua classe e, segundo seus próprios critérios, respondessem se os estudantes dessa amostra eram ou não amigos do meio ambiente. Eles poderiam comparar com os resultados de sua classe e também os resultados de todos os alunos da Austrália.

A partir dessa análise, os alunos criaram cinco gráficos para os atributos, dividindo os dados nas respostas “Não” e “Sim” e marcando a porcentagem de cada uma. Ao final, os alunos apresentaram seus resultados entre os grupos.

Os autores apontam que a discussão sobre a amostra-população levou os alunos a ter diferentes graus de confiança sobre suas decisões. Além disso, os alunos demonstraram, de forma bastante ampla, os critérios de análise usados por eles. Esses critérios possuíam porcentagens, emprego de média, mediana e diagramas de caixa, o que surpreendeu os autores, pois, de acordo com eles, não era de se esperar que os estudantes fizessem uso dessas medidas formais para a análise nessa série. Isso indica que é possível tratar desses conceitos nessa faixa etária e que se pode examinar um eventual subjulgamento dos conhecimentos prévios dos estudantes.

Nesse artigo, percebe-se que o interesse principal está voltado para o desenvolvimento do letramento estatístico, mais especificamente, explorando conceitos sobre tipos de pesquisa, bem como tamanho e tipos de amostragem. Ademais, essa

prática proporcionou a oportunidade de discussões de assuntos relacionados à Ciência, além de temas transversais, como cidadania. O artigo não deixa explícita a metodologia utilizada, mas pode-se afirmar que há elementos do Ciclo Investigativo PPDAC (*Problem, Plan, Data, Analysis and Conclusion*), já que houve uma definição do problema, planejamento de coleta de dados, análise, discussão, conclusão e comunicação das conclusões. Vale ressaltar que, assim como no trabalho de Watson e English (2016), nesta investigação pretende-se elaborar uma prática que desenvolva nos estudantes a habilidade de reconhecer as diferenças entre a pesquisa censitária e amostral, por meio de planejamento de pesquisa, coleta e organização de dados, que serão realizadas por alunos do sétimo ano.

O artigo de English (2017) relata um estudo realizado com alunos da 3ª série nos EUA. Para a investigação, foi realizada uma intervenção baseada em STEM em que, dentro de um contexto de mundo real, os estudantes compararam e representaram as variações das massas de palitos de alçaçuz que foram fabricados com os fabricados na máquina extrusora. A atividade foi organizada em sete etapas, sendo:

- (a) Revisão de uma atividade científica anterior onde os alunos fizeram tubos de protetor labial e discutiram a variação em seus produtos;
- (b) Aprendizagem sobre engenheiros e a Engenharia envolvida na fabricação de alçaçuz e alimentos em geral (os alunos assistiram a um clipe da *American Licorice Co.* no YouTube);
- (c) Experimentar a noção de variação através da exploração de pacotes de alçaçuz manufaturado;
- (d) Questões investigativas em relação às diferenças em fazer palitos de alçaçuz à mão (usando Play-Doh) [marca de massinha de modelar] e com Play-Doh extrusora ("fabricada"). Para cada um dos métodos feitos à mão e "manufaturados", os alunos deveriam apontar os atributos identificados, medidos, comparados e registrados, incluindo massa; resultados dentro do grupo foram comparados;
- (e) Agrupar dados relacionados às massas de todos os integrantes do grupo e representar os dados em um formato de escolha deles;
- (f) Compartilhar e interpretar os modelos resultantes de cada método com toda a classe, incluindo a identificação do intervalo e massas "típicas" exibidas em cada modelo de grupo;
- (g) Compilar todos os dados do grupo e criar uma representação de classe; interpretando o modelo resultante de toda a classe da distribuição das massas do palito de alçaçuz, para cada método (English, 2017, p. 4).

De acordo com o autor, os alunos foram capazes de explorar funções importantes de vários engenheiros responsáveis pela fabricação de Alçaçuz. Os alunos, ademais de perceberem como a variação é importante em uma investigação estatística, puderam compreender os motivos pelos quais há maior variação de palitos feitos à mão e a diferença na distribuição de dados de seus palitos feitos à mão e de fábrica. Eles puderam identificar recursos de distribuição de dados que incluem média aritmética e intervalo médio, que é a média aritmética dos valores máximo e mínimo em um conjunto de dados, além da percepção de incerteza de que as previsões não poderiam ocorrer com certeza absoluta.

O artigo também não cita a metodologia ativa utilizada, porém, pode-se perceber uma aproximação com a metodologia Estudo de Caso, que, de acordo com Ferrarini, Shaeb e Torres (2019), são relatos de situações que ocorrem no mundo real, na qual os alunos se envolvem em um dilema e precisam tomar decisões.

Neste trabalho, nota-se que há uma preocupação em integrar os diversos campos do STEAM, no campo da Matemática, com o desenvolvimento do letramento estatístico, da Engenharia, observando o fazer dos engenheiros e sua importância no processo de fabricação dos palitos e da Tecnologia, com a tecnologia observando o impacto dela sobre a qualidade e quantidade de produtos fabricados.

Glancy et al. (2017) realizaram um Estudo de Caso com alunos da quinta série de uma escola no estado de Indiana, nos EUA. Nesse estudo, foi proposto um desafio para quatro grupos de alunos, no qual estes foram expostos a um problema real das minas terrestres de Laos, que são um grande risco para humanos e animais. A proposta do desafio era a de que os estudantes deveriam simular que eram proprietários de uma empresa contratada para fabricar um "lançador" barato e portátil para jogar argila nessas minas terrestres a fim de detoná-las com segurança para não machucar animais ou humanos.

Nesse cenário fictício, o cliente solicitou que um lançador poderia lançar um projétil de 10 m e pousar dentro de 0,5 m de um alvo, e alavancas incorporadas. Os estudantes deveriam fazer testes de seus protótipos com suas diversas variáveis e representar seus resultados em gráficos para tirar suas conclusões. Para finalizar, todos fizeram pôsteres de seus resultados para compartilhar com seus colegas.

Os autores relataram muitas dificuldades por parte dos alunos em manusear os equipamentos de medição, bem como em aplicar os conhecimentos sobre a reta numérica. Porém, essas dificuldades foram superadas no decorrer do projeto por meio de diálogo entre alunos e entre professor e alunos sobre como manusear os equipamentos de medição como a trena. Os autores também evidenciaram que os alunos conseguiram desenvolver uma análise qualitativa com facilidade, mas tiveram dificuldade em fazer conexões entre os dados qualitativos e quantitativos, por exemplo, ao serem questionados sobre a análise entre a força necessária para mover o objeto e a distância da extremidade da alavanca ao ponto de apoio, embora os dados dos gráficos e tabelas mostrassem claramente a relação inversa. Quando pressionados para explicar o porquê de saberem que este era o caso, os estudantes sempre voltaram a suas experiências qualitativas, ou seja, iam a seus próprios lançadores mostrar a alavanca e não recorriam aos dados quantitativos (gráficos) que eles haviam elaborado. Para os autores, essa atividade auxiliou, em especial, o desenvolvimento de habilidades da Engenharia como manuseio de instrumentos de medição, dando sentido à reta numérica por meio dessas medidas.

Com relação à metodologia de ensino e aprendizagem utilizada, percebem-se nuances da metodologia ABP (Aprendizagem Baseada em Projetos) e também da Cultura *Maker*, na qual os estudantes foram expostos a uma questão motriz relacionada a um problema em contexto real, e posteriormente construíram, investigaram e apresentaram os protótipos que poderiam contribuir para a resolução do problema.

A prática aplicada e analisada nesse artigo promoveu discussões que transcenderam assuntos relacionados à Estatística. Houve a necessidade de fazer conexões com a Geometria, tratando sobre medidas, conversão de unidades de medidas e ângulos, além de habilidades inerentes da Engenharia para a construção dos lançadores. A perspectiva do desenvolvimento dessa pesquisa, utilizando ABP e fazendo relações entre diversas áreas para promover o desenvolvimento do letramento estatístico, aproxima-se das intenções da prática que será aplicada nesta pesquisa, na qual pretende analisar as implicações da abordagem STEAM na prática docente para desenvolvimento do Letramento Estatístico.

O artigo *Statistical Problem Posing, Problem Refining, and Further Reflection in Grade 6*, publicado em 2017 por English e Watson (2017), é produto do mesmo projeto do artigo *Repeated Random Sampling in Year 5* (2016). Nessa etapa do projeto, os alunos do 6º ano do Ensino Fundamental assistiram a um vídeo que tratou sobre o recorde Olímpico estabelecido pelo atleta Usain Bolt nos Jogos Olímpicos de Londres 2008 e que, posteriormente, quebrou o próprio recorde em 2012.

Após discussão sobre o vídeo, os professores convidaram os alunos a refletir sobre a seguinte questão: "Os atletas estão melhorando com o tempo?" De acordo com os autores, essa questão era muito ampla para que os estudantes respondessem estatisticamente e de forma significativa. Já nas primeiras discussões, os alunos perceberam esse problema e relataram a imprecisão dos termos "atletas", "melhorando" e "tempo" pensando como poderia ser mensurável, pois suas medidas e unidades mudam dependendo do tipo de esporte. Por exemplo, na corrida usa-se o tempo como medida; já no mergulho, há outros critérios de análise.

Dessa forma, os estudantes foram convidados a reformular a pergunta baseados em um conjunto de dados relacionados a doze eventos olímpicos, incluindo corrida de 100 metros rasos, corrida de 1.500 metros rasos, salto em altura e salto em distância e dois eventos de natação de estilo livre.

Para cada evento, havia dados de homens e mulheres desde o início do evento. Os alunos deveriam – em pares – escolher um deles para formular sua pergunta e fazer suas análises. De acordo com English e Watson (2017 p. 12), "O objetivo

do esboço era orientar os alunos a pensar sobre as séries temporais como uma maneira de contar a história dentro dos dados, uma abordagem que eles não haviam encontrado antes”.

Para finalizar, os alunos usaram o Tinker Plots (software de análise e modelagem exploratória de dados, projetado para uso por estudantes do 4º ano até a universidade) para análise dos dados por meio de gráficos. Além disso, aprenderam a criar uma linha de tendência para aumentar o grau de certeza das suas conclusões. Por fim, de acordo com os autores, aproximadamente 70% dos alunos foram capazes de realizar investigação completa e justificar uma decisão significativa.

Os autores citam a metodologia do ciclo investigativo PPDAC para essa prática. Esse trabalho oportunizou debates relacionados à anatomia do corpo humano, como relação idade *versus* resistência física, lesões, entre outros. Também se discutiu sobre atividades esportivas, suas peculiaridades, bem como o impacto da tecnologia no desempenho dos atletas. A reflexão sobre a relação de dados estatísticos, atividades esportivas, performance dos atletas e anatomia corporal oportunizou a integração entre as disciplinas de Matemática, Ciências e Educação Física. Para esta dissertação, considera-se importante essas discussões para promover a integração entre as áreas.

Fitzallen et al. (2018) realizaram uma intervenção com 58 alunos em uma escola independente urbana católica co-educacional da Austrália na qual eles foram divididos em pares e convidados a experimentar o lançamento de bolas de pingue-pongue com catapultas prontas que foram entregues aos estudantes. Depois dessa análise, foram convidados a promover melhorias no artefato e experimentar novamente. Como parte da atividade, solicitou-se que os alunos criassem suas representações para mostrar quão longe as bolas haviam se deslocado e quão consistentes eram essas distâncias. Para isso, poderiam usar tabela fornecida em suas planilhas eletrônicas de coleta de dados.

Com o objetivo de desenvolver a criatividade dos alunos, não houve instrução explícita, tampouco restrições, com relação aos tipos de gráfico que eles deveriam utilizar para a representação dos dados. Dessa forma, eles deveriam criar suas próprias categorias, suas representações e finalmente tirar suas próprias conclusões. Ao final, os estudantes analisaram a consistência dos dados, variação nos dados e razões para a variação observada.

Os resultados mostraram que 84% dos estudantes conseguiram organizar os dados e representá-los por meio de gráficos. Além disso, os autores observaram uma boa familiaridade dos estudantes com o gráfico de colunas. Essa prática permitiu discussões sobre como os gráficos ajudam a transmitir informações além de determinar características como aglomeração dos dados, meio dos dados, entre outros.

Neste trabalho, não foi citada a metodologia utilizada, no entanto, observam-se fundamentos da ABP. Nota-se a inserção de elementos da Engenharia ao solicitar a melhoria dos protótipos fornecidos, porém, que seriam mais explorados caso os alunos fabricassem suas catapultas desde o início.

Forsythe (2018) fez a análise de uma prática bem sucedida realizada com 48 alunos da 6ª série de uma escola rural dos EUA. A prática contou com a participação de uma equipe interdisciplinar formada por um professor de Matemática e outro de Ciências. O objetivo da prática foi conduzir os alunos a uma reflexão crítica com relação a decisões por amostragem. Para isso, a prática foi centrada na investigação científica do ecossistema de um riacho local, na qual os alunos – separados em grupos – deveriam elaborar questões de pesquisa, fazer três visitas ao local para coleta de dados e tirar conclusões relacionadas às suas questões de pesquisa.

A pesquisadora aplicou pré e pós-testes com 37 estudantes, que correspondiam a 74% do total de participantes da prática. Os resultados sugerem três enfoques sobre alguns aspectos das investigações estatísticas: i) a necessidade de repetir observações de uma amostra; ii) o que fazer na ausência de dados; e iii) como a variação do local da amostra pode influenciar nos resultados.

Com relação ao aspecto (i), ela percebeu que no pré-teste apenas um aluno pretendia repetir os testes mais de 10 vezes, enquanto 43% deles ou não descreveu o número de vezes que pretendia medir, ou planejou vendo a quantidade de repetições ou pretendiam medir apenas uma vez.

Com relação ao aspecto (ii), inicialmente nenhum aluno afirmou que adicionaria aos dados caso não conseguisse nenhuma amostra para coleta de dados. No pós-teste, os alunos responderam a seguinte pergunta adicional: “Se você está estudando os invertebrados no riacho e em sua primeira coleta você não encontra invertebrados, você contará essa coleta e escreverá zero em sua ficha de dados?” (Forsythe, 2018, p. 22). Nesse caso, 97% dos estudantes responderam que sim e, na maioria, a justificativa foi de que, se não marcassem, iriam superestimar os dados.

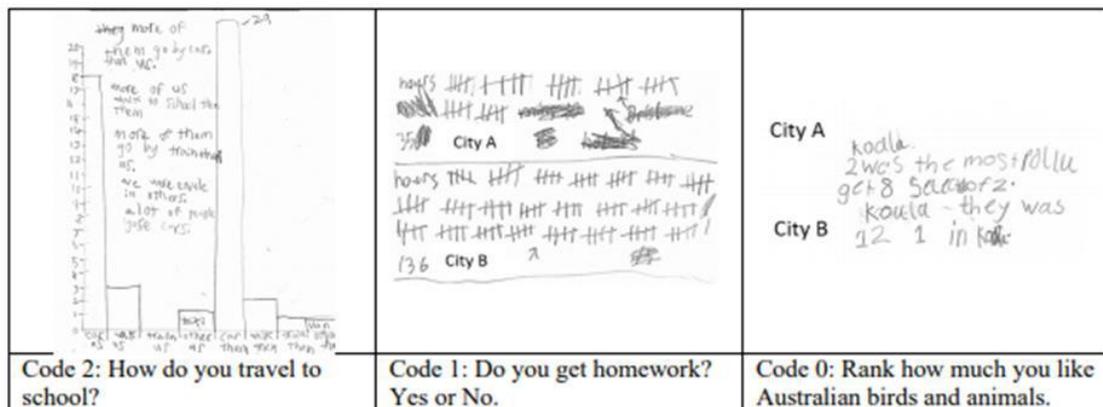
Com relação ao aspecto (iii), inicialmente 57% dos estudantes não definiram um local para coleta; ao final foram apenas 38%. Além disso, os grupos passaram a dividir o riacho em meios e bordas, tendo a percepção que, se algum grupo fosse analisar os peixes, por exemplo, seria possível ter resultados diferentes a depender da região do riacho que iriam analisar. Alguns grupos levantaram a importância de avaliar o nível de correnteza e a temperatura da água em cada região.

No tocante à metodologia de ensino e aprendizagem, nesse trabalho também são encontrados elementos do PPDAC, no qual os alunos definiram os problemas, fizeram seu Planejamento, coletaram os dados e tiraram suas conclusões. Essa experiência faz uma relação evidente da Matemática com a Ciência, que é um dos propósitos desta pesquisa.

Watson, Fitzallen e Wright (2019) relatam uma prática realizada com 53 estudantes do 4º ano de uma escola na Austrália, na qual fizeram perguntas e responderam questionários de colegas da mesma série de outra escola, localizada em outra cidade, por meio de pesquisa on-line. Os estudantes deveriam seguir os seguintes passos: i) colocar e refinar questões estatísticas no desenvolvimento de uma pesquisa para aprender mais sobre seus colegas em cada cidade (especificamente, para comparar suas respectivas vidas na cidade); ii) coletar dados e responder perguntas on-line; iii) analisar os dados fazendo representações, identificando variação e procurando tendências nos dados; e (iv) tirar conclusões e inferências enquanto reconhece a incerteza.

Todos os alunos conseguiram completar ao menos uma representação dos dados para as perguntas feitas pelo grupo. Desses, 43% fizeram contagens registradas, 32% representaram por gráfico de barra, 14% fizeram resumo por meio de tabela e o restante foi considerado sem classificação. A Figura 2 mostra alguns exemplos de representações realizadas pelos alunos.

Figura 2 – Exemplos de representações criadas para questões escolhidas.



Fonte: Watson, Fitzallen e Wright (2019).

Como resultado, os autores perceberam que:

[...] o domínio das contagens usadas para representar os dados sugere que os alunos estavam confiantes em usar esse tipo de gráfico [barras]. O uso de mais representações gráficas sofisticadas por alguns alunos, no entanto, sugere que os alunos do 4º ano têm a capacidade de construir um repertório mais amplo de representações gráficas (Watson et al., 2019).

Outra observação feita pelos autores foi com relação à percepção dos alunos quanto à dificuldade de generalização dos dados, pois os discentes perceberam que alguns resultados, como a disciplina favorita, diferenciavam-se de uma cidade para outra. Desse artigo será tomado como parâmetro a ideia de promover a reflexão quanto ao reconhecimento da incerteza, dialogando sobre as diferenças entre as pesquisas amostral e censitária, além da importância da determinação do tamanho da amostra.

Já Hourigan e Leavy (2020) realizaram uma investigação com 26 alunos da sexta série da Irlanda. Nessa prática, os professores iniciaram com um vídeo de um *reality show* chamado “*I’m a Celebrity: get me out of here*”, muito popular na Europa, em que 12 celebridades são colocadas em uma selva australiana e precisam ganhar comida realizando vários testes desafiadores. Após a exibição do vídeo, o professor propôs um teste para os alunos. Ele disponibilizou um mapa que tinha informações sobre o *layout* da selva e lançou o seguinte desafio: “Como você pode ver no mapa da selva, o rio divide vários acampamentos. O rio transbordou e moveu-se rapidamente, por isso o acampamento de seus companheiros não pode receber comida. Alguma ideia de como podemos conseguir enviar comida através do rio?” (Hourigan & Leavy, 2020, p. 78).

Dentre as sugestões, surgiu a ideia de usar um grande estilingue, o que levou o professor a ter um *insight* e sugerir que os estudantes criassem e usassem um protótipo de catapulta para transportar alimentos através do rio. Dessa forma, os alunos deveriam construir e testar suas catapultas com critérios pré-estabelecidos pelo professor. Na Figura 3, pode-se observar os alunos medindo a distância percorrida pelas caixas lançadas por suas catapultas.

Figura 3 – Alunos medindo a distância percorrida pela caixa deles.



Fonte: Hourigan e Leavy (2020).

Os autores concluíram que a aplicação da abordagem STEM para esse grupo de alunos foi uma rica oportunidade para o desenvolvimento do letramento estatístico. Eles também ressaltam que a estatística pode assumir a liderança nas atividades STEM uma vez que, muitas vezes, é vista apenas como uma ferramenta. Além disso, os autores perceberam que o engajamento dos alunos em todos os estágios estatísticos fez com que estes praticassem habilidades importantes do Século XXI, dentre elas, colaboração, pensamento crítico e comunicação.

Os alunos foram capazes de tirar conclusões baseadas na análise de dados e de medidas como Mediana, Moda e dispersão dos dados. Eles também desenvolveram habilidade para construção de gráficos e não tiveram dificuldade em analisá-los. Finalmente, os autores recomendam que antes da aplicação da prática sejam trabalhados princípios de medição em atividades semelhantes, pois os alunos tiveram dificuldade na realização das medições

Os autores salientam que a prática estava apoiada no ciclo investigativo PPDAC, na qual os alunos foram apresentados a um problema, tiveram que pensar em planos para resolução deste, coletaram os dados, analisaram e fizeram conclusões baseadas nos conhecimentos estatísticos desenvolvidos. Essa experiência, apesar de não tratar de problemas reais, promoveu engajamento e aprendizagem dos estudantes, dessa forma, situações simuladas podem apresentar-se como possibilidade em práticas STEAM.

3.2 Questão 2 - Quais são as áreas do conhecimento dos professores envolvidos nas práticas?

Para responder a segunda questão norteadora dessa RL, foi elaborado o Quadro 4, com a relação dos trabalhos selecionados e classificados com a área de trabalho dos professores que conduziram cada pesquisa.

Quadro 4 – Relação dos trabalhos por área do professor, título, autor e ano.

ÁREA DO PROFESSOR	TÍTULO	AUTOR	ANO
Matemática	Statistical Problem Posing, Problem Refining, and Further Reflection in Grade 6	Watson e English	2017
Matemática	Data representations in a stem context: the performance of Catapults	Fitzallen, Wright, Duncan e Watson	2018
Matemática	Practicing Statistics in Year 4	Watson, Fitzallen e Wright	2019
Matemática e Ciências	Students' Successes and Challenges Applying Data Analysis and Measurement Skills in a Fifth-Grade Integrated STEM Unit	Glancy, Moore e Guzey	2017
Matemática e Professor dos Anos iniciais	Sampling in the wild: how attention to variation	Forsythe	2019
Matemática e Professor dos Anos iniciais	Repeated Random Sampling in Year 5	Watson e English	2016
Matemática e Professor dos Anos iniciais	Manufacturing licorice: Modeling with data in third grade	English	2017
Matemática e Professor dos Anos iniciais	Using integrated STEM as a stimulus to develop elementary students' statistical literacy	Leavy e Hourigan	2020

Fonte: Acervo da pesquisa (2021).

Em todos os artigos selecionados, havia ao menos um professor de Matemática. O fato de 75% das práticas serem realizadas nos primeiros anos de escolarização possivelmente explica o motivo pelo qual 38% do total dos trabalhos terem sido realizados em parceria entre professores dos anos iniciais e de Matemática. Duas das práticas, que equivalem a aproximadamente 25% do total, foram parcerias entre professores de Ciências e Matemática e três com aplicação exclusiva de professores de Matemática.

4. Conclusão

É possível concluir que há um consenso por parte dos pesquisadores com relação à relevância da abordagem STEAM no Ensino Fundamental para o desenvolvimento do letramento estatístico, e de que ela favorece a interdisciplinaridade e a aprendizagem por meio de investigação. Foi possível inferir também, que a utilização de situações simuladas em práticas

STEAM é uma possibilidade que gera resultados positivos para a aprendizagem dos estudantes, pois viabiliza problemas do mundo real, característicos da STEAM, que não sejam de fácil acesso ou do cotidiano discente.

Ademais, os trabalhos mapeados apontam que as práticas baseadas na abordagem STEAM favoreceram tanto o desenvolvimento das hard skills, no que concerne, principalmente, ao letramento estatístico, pois os estudantes passaram a reconhecer a Estatística como conhecimento útil para análise e resolução de problemas reais da sociedade, quanto das soft skills, uma vez que propiciaram que os discentes participassem ativamente no processo de aprendizagem, por meio da utilização de metodologias ativas, sendo necessárias habilidades como colaboração, pensamento crítico, criatividade e comunicação.

Observou-se predominância de professores de Matemática nas práticas que fazem parceria com professores de séries iniciais e professores de Ciências. No entanto, apesar de ter um número razoável de estudos teóricos que corroboram com essa conclusão, há uma escassez nas publicações de pesquisas empíricas nesse campo, em especial no que tange à abordagem STEAM. Vale ressaltar a escassez de pesquisas empíricas no Brasil, onde não foi encontrado nenhum estudo nessa área, o que indica que há muitos caminhos a serem desbravados nesse campo.

Como proposta de trabalhos futuros é a pontada a necessidade da pesquisa para toda a educação básica, tendo em vista a ampliação do escopo para possível análise de práticas no Brasil.

Por fim, destaca-se que, apesar de ter um número alto – quase duzentos trabalhos encontrados inicialmente – de estudos teóricos sobre o objeto de estudo - abordagem STEAM no desenvolvimento do letramento estatístico -, em sua maioria estrangeiros, há uma escassez nas publicações de pesquisas empíricas nesse campo, o que indica que há muitos caminhos a serem desbravados. Este aspecto reforça a relevância de mais pesquisas e a necessidade de estudos brasileiros sobre STEAM, inclusive considerando a diversidade do nosso país continental, em busca de experiências que considerem suas idiossincrasias do ponto de vista metodológico, pedagógico e científico.

Referências

- Alves-Mazzotti, A. J., & Gewandsznajder, F. (1998). *O método nas ciências naturais e sociais*. Pioneira.
- Brasil. ([2017]). *Base Nacional Comum Curricular*. http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf
- Cazorla, I., Margina, S., Gitirana, V., & Guimarães, G. (2017). *Estatística para os anos iniciais*. Sociedade Brasileira de Educação Matemática.
- English, L. (2017). Manufacturing licorice: Modeling with data in third grade. In J. Newton, E. Galindo (Eds.) *Proceedings of the 39th Annual Conference of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME-NA)*. Hoosier Association of Mathematics Teacher Educators.
- Fernandes, R. C. A., & Megid Neto, J. (2012). Modelos educacionais em 30 pesquisas sobre práticas pedagógicas no ensino de ciências nos anos iniciais da escolarização. *Investigações em Ensino de Ciências*, 17 (3).
- Ferrari, R., Saheb, D., & Torres, P. L. (2019). Metodologias ativas e tecnologias digitais: aproximações e distinções. *Revista Educação em Questão*, 57 (52), e15762.
- Fiorentini, D. & Lorenzato, S. (2007). *Investigação em Educação Matemática: percursos teóricos e metodológicos*. Coleção formação de professores. 2ª edição. Autores Associados, 2007
- Fitzallen, N., Watson, J., Wright, S. & Duncan, B. (2018). Data representations in a STEM context: the performance of catapults. In MA Sorto, A White & L Guyot (Eds.), *Proceedings of the 10th International Conference on Teaching Statistics*. IASE and ISI.
- Forsythe, M. E. (2018). Sampling in the wild: How attention to variation supports middle school students' sampling practice. *Statistics Education Research Journal*, 17(1), 8-34.
- Gal, I. (2002). Adults' statistical literacy: Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70 (1), 1-25.
- Ganong, L. H. (1987). Integrative reviews of nursing research. *Research in Nursing & Health*, 1(1), 1-11.
- Glancy, A. W., Moore, T. J., Guzey, S., & Smith, K. A. (2017). Students' successes and challenges applying data analysis and measurement skills in a fifth-grade integrated STEM unit. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 7(1), 5.
- Hourigan, M., & Leavy, A. M. (2020). Using integrated STEM as a stimulus to develop elementary students' statistical literacy. *Teaching Statistics*, 42(3).

Maia, D. L., Carvalho R. A., & Appelt, V. K. (2021). Abordagem STEAM na Educação Básica Brasileira: uma revisão de literatura. *Revisa Tecnologia e Sociedade*, 17 (49), 68-88.

Mendes, K. D. S., Silveira, R. C. C. P., & Galvão, C. M. (2008). Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. *Texto Contexto Enfermagem*, 17 (4), 758-764.

Pugliese, P. G. (2017). *Os modelos pedagógicos de ensino de ciências em dois programas educacionais baseados em STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics)*. Universidade Estadual de Campinas.

Riley, D. M. (2014). *What's Wrong with Evidence? Raízes Epistemológicas e Implicações Pedagógicas da "Prática Baseada em Evidências"* [apresentação em Conferência]. Exposição Anual ASEE, Indianápolis.

Watson, J. M., & English, L. D. (2016). Repeated Random Sampling in Year 5. *Journal of Statistics Education*, 24(1), 27–37.

Watson, J., Fitzallen, N., & Wright, S. (2019). Practicing Statistics in Year 4. *Mathematics Education Research Group of Australasia*.

Watson, J. M., & English, L. D. (2017). Statistical problem posing, problem refining, and further reflection in grade 6. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 17(4), 347-365.