

## **MODELAGEM NO ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL: UMA REVISÃO DE PERIÓDICOS A1 DE 2002-2022**

## **MODELLING IN PHYSICS TEACHING IN BRAZIL: A REVIEW OF A1 JOURNALS FROM 2002-2022**

**Rodrigo Prado Madeira<sup>1</sup>, Juliana Machado<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ)/Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação (PPCTE), rodrigo.prado@aluno.cefet-rj.br

<sup>2</sup>CEFET/RJ-campus Maracanã/Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação (PPCTE), juliana.machado@cefet-rj.br

### **Resumo**

O objetivo deste trabalho foi de revisar as pesquisas realizadas sobre Modelagem no campo do ensino de Física, em periódicos da área de Ensino, no sistema de avaliação da CAPES, o Qualis, no estrato A1. Nesta busca foram analisados 42 artigos no período de 2002-2022 sobre Modelagem no ensino de Física. Neste estudo catalogamos os artigos de acordo com (i) título, (ii) autores, (iii) palavras-chave, (iv) ano de publicação e (v) periódico. A análise bibliométrica dos artigos examina detalhadamente os autores separados entre o primeiro nome e os quatro primeiros nomes que assinam o artigo, a evolução temporal das publicações, a relação dos periódicos com o total de artigos e as palavras-chave mais frequentes. Observa-se uma tendência de aumento na produção ao longo das últimas décadas. Os periódicos com maior número de publicações sobre o tema foram a Revista Brasileira de Ensino de Física e o Caderno Brasileiro de Ensino de Física contendo 83% das publicações. Esta revisão aponta o aumento do interesse pelo tema no campo do ensino de Física.

**Palavras-chave: Modelagem; Ensino de Física; Revisão; Modelos**

### **Abstract**

The objective of this work was to review the research conducted on Modeling in the field of Physics teaching, in journals in the Teaching area, in the CAPES evaluation system, Qualis, in the A1 strata. In this search, 42 articles were analyzed from 2002-2022 on Modelling in Physics teaching. In this study, we cataloged the articles according to (i) title, (ii) authors, (iii) keywords, (iv) year of publication and (v) journal. The bibliometric analysis of articles examines in detail the authors separated between the first name and the first four names that sign the article, the temporal evolution of publications, the relationship between journals and the total number of articles and the most frequent keywords. An increasing trend in production has been observed over the last few decades. The journals with the highest number of publications on the subject were the Revista Brasileira de Ensino de Física and the Caderno Brasileiro de Ensino de Física, containing 83% of the publications. This review highlights the increase interest in the subject in the field of physics teaching.

**Keywords: Modelling; Physics teaching; Review; Models.**

## **Introdução**

Este trabalho faz parte de uma pesquisa mais ampla, constituinte de uma dissertação de mestrado. Neste recorte buscamos compreender como a pesquisa sobre Modelagem é abordada no campo do ensino de Física. A Modelagem pode ser descrita como o processo de criação de um modelo, onde assim como Krapas et al (1997), entendemos modelo como a representação de uma ideia, objeto, evento, processo ou sistema. É a essência do pensamento científico (Benzer; Ünal, 2021, p. 345). A Modelagem é uma parte central da alfabetização científica (Schwarz et al., 2009, p. 632) e uma ferramenta essencial para a produção, avaliação e disseminação do conhecimento científico (Gilbert et al., 2000).

Por entender a importância do tema para a área do ensino de Física e considerando o grande volume de publicações nessa linha nas últimas décadas, julgamos oportuna a realização desta revisão da produção científica nacional sobre modelagem no período de 2002-2022. Esse período foi escolhido de acordo com a disponibilidade de artigos de acesso livre, a partir de 2002, nas bases de dados onde os periódicos estão indexados. A seleção dos artigos foi orientada de acordo com a acessibilidade nas bases de dados e nos portais de periódicos, com o foco nos classificados no estrato A1, pelo sistema de avaliações da CAPES, o Qualis Periódicos. O objetivo deste trabalho é apresentar uma revisão de pesquisas com o foco na Modelagem no ensino de Física e assim traçar um panorama da modelagem ao longo das últimas décadas.

## **Modelagem**

Definiremos de forma breve a Modelagem que pode ser entendida como o processo de construção de um modelo. Na literatura científica nacional é denominada também como “Modelização”, “Modelação” e “Modelamento” (Machado, 2017). Este processo consiste na modificação ou criação de um modelo para obter novas situações, a partir de uma mudança de variáveis. Permitindo que o modelo seja explorado de outras formas, de acordo com situações novas criadas pela modificação das variáveis, chegando a uma compreensão proporcionada por essas novas situações.

Os autores Gilbert e Justi (2016), explicam como a modelagem é um dos processos essenciais na produção, validação, disseminação e uso do conhecimento

científico, tendo sua importância enfatizada por pesquisadores em educação científica. Concordamos com o entendimento de (Gilbert e Justi, 2016), definem que a modelagem,

[...] tem sido entendida como um processo de produção ou construção de modelos (significado que aparece na maioria dos dicionários comuns), ou como um processo mais amplo (ou mais detalhado) que inclui também o uso ou manipulação de modelos. Em ambos os casos, trata-se de um processo complexo que tem atraído a atenção de muitos estudiosos interessados em como o conhecimento é produzido. (Gilbert e Justi, 2016, p. 24, tradução nossa).

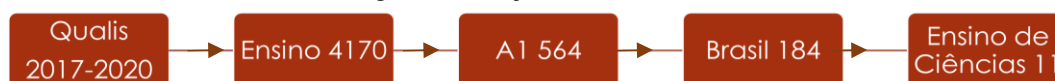
## Metodologia

Para a construção do *corpus* de pesquisa, seguimos quatro passos na seleção das publicações científicas para a análise documental, considerando que essa é uma fonte de informações reconhecida pela comunidade científica, buscamos periódicos cujo manuscritos são revisados por pares.

No primeiro passo delineamos que a pesquisa seria em publicações nacionais, utilizando o sistema de avaliação da CAPES, que é o Qualis Periódicos, levando em consideração a avaliação mais recente, referente ao quadriênio 2017-2020, divulgada na plataforma Sucupira da CAPES.

No segundo passo selecionamos os periódicos classificados no estrato A1 na área de ensino, que tenham amplo alcance nacional, com publicações em língua portuguesa de forma principal e com o foco principal nas áreas de Ensino de Ciências, Educação Científica, Educação em Ciências, Ensino de Biologia, de Física, de Matemática ou de Química, identificando a partir de uma verificação nos portais dos periódicos.

Figura 1: Seleção dos Periódicos



Fonte: Elaborado pelos autores

Na Figura 1, mostramos o caminho feito até a lista final de periódicos. De um total de 4170 periódicos classificados na área de Ensino, para 564 no estrato A1, desses 184 são periódicos nacionais e 11 são os de ensino de ciências.

Os periódicos selecionados foram: Areté (Manaus); BOLEMA: Boletim de Educação Matemática (BOLEMA); Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF); Ciência & Educação (Cien. Edu); Educação Matemática Pesquisa (EMP); Ensaio:

Pesquisa em Educação em Ciências (Ensaio); Investigações em Ensino de Ciências (IENCI); Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF); Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC); Revista de Ensino de Biologia (RenBio); Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (RIPEM).

No terceiro passo, foram definidas as palavras-chave de busca com os termos de pesquisa “modelagem”; “modelização”; “ensino baseado em model\*”; “construção de model\*”; “atividade de model\*”; “episódio de model\*”; “ensino fundamentado em model\*” nos campos de busca “Título”; “Resumo” e “Palavras-chave” utilizando o operador *booleano* “OR”.

No quarto passo, a pesquisa foi realizada nas bases de dados Web of Science, Scopus e DOAJ, que são indexadoras dos principais periódicos na área de Ensino. Após utilizar estas bases de dados, realizamos novas buscas no Google Acadêmico e nos portais dos periódicos para ter uma maior cobertura das publicações.

Após estes quatro passos obtivemos inicialmente 166 artigos, que no primeiro momento foram catalogados a partir das principais informações, que são: (i) o título, (ii) os autores, (iii) as palavras-chave, (iv) o ano de publicação e (v) o periódico, em uma planilha do Microsoft Excel. No segundo momento, fez-se uma leitura direcionada dos artigos para identificar os que discutem a Modelagem no Ensino de Física. Inicialmente, havia 166 artigos, entretanto, muitos desses abordavam outras disciplinas além de Física. Então foi realizado um segundo filtro excluindo os artigos que não se relacionavam com a disciplina de Física, resultando em um corpus final de **42** artigos para análise e discussão sobre Modelagem no Ensino de Física.

A partir da seleção dos artigos estabeleceu-se a definição dos critérios de análise de acordo com os objetivos deste trabalho. Uma análise bibliométrica dos artigos foi realizada na planilha criada no programa Microsoft Excel, com a identificação dos principais autores, da evolução temporal das publicações, dos periódicos com maior número de publicações na área e as palavras-chave mais utilizadas pelos autores.

## **Resultados**

Nesta seção serão apresentados os resultados das análises feitas nos 42 artigos selecionados. Pode ser observada na tabela 1 que o número de periódicos

aqui analisados é menor que a lista inicial, pelo fato de apenas estes seis periódicos apresentarem resultados com artigos no campo do Ensino de Física. Segue abaixo a Tabela 1 com a lista de periódicos e a quantidade de artigos publicados nos respectivos periódicos.

Tabela 1 – Quantidade de artigos publicados por periódico (2002-2022)

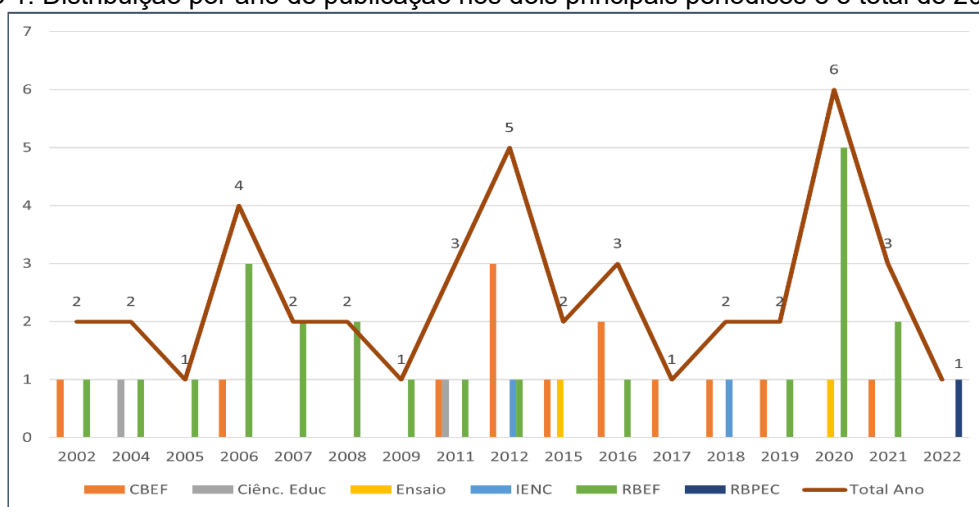
Revista	Artigos	%
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	13	31%
Ciência & Educação	2	5%
Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	2	5%
Investigações em Ensino em Ciências	2	5%
Revista Brasileira de Ensino de Física	22	52%
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	1	2%
Total	42	100%

Fonte: Elaborado pelos autores

Como resultado temos que a RBEF se destaca com 52% das publicações, seguida do CBEF com 31% dos artigos, totalizando 83% das publicações, sendo dois periódicos com o foco no Ensino de Física, enquanto os outros periódicos têm o foco principal no Ensino de Ciências, totalizando 17% das publicações no período analisado.

No Gráfico 1, apresenta-se a análise da evolução temporal das publicações. Como observações para esse gráfico temos que o ano de 2020 possui o maior número de publicações (6), correspondendo a 14% do total de artigos. Pode ser observado também uma tendência de crescimento no número de publicações com o tempo, como indicado pela linha tracejada no gráfico.

Gráfico 1: Distribuição por ano de publicação nos dois principais periódicos e o total de 2002-2022



Fonte: Elaborado pelos autores

Destacamos que as publicações da RBEF e do CBEF, comparado com o total de artigos publicados, tem um impacto significativo, sendo as duas revistas com o foco

no Ensino de Física. Enquanto as outras revistas, que possuem o foco em Ensino de Ciências, representam um percentual pequeno no total de artigos. Como pode ser observado, o ano de 2020 foi impulsionado por um aumento no número de publicações na RBEF, com 5 artigos publicados neste ano. No CBEF pode ser observada que o ano de 2012 se destaca com o maior número de publicações totalizando 3 artigos neste ano.

Identificamos os autores com maior número de publicações na área de modelos e modelagem no período analisado. Desta forma, destacamos na Tabela 2 os seis nomes que constam como primeiro na lista de autoria dos artigos, de um total de 32 nomes diferentes. Do total de 42 artigos, apenas 7 (17%) foram publicados por apenas um autor, ressaltando a importância dos grupos de pesquisa que representam 83% dos artigos analisados neste trabalho.

Tabela 2: Lista de seis autores principais

Leonardo A. Heidemann	5
Rodrigo Weber Pereira	3
Ives Solano Araujo	2
Pedro F.T. Dorneles	2
Nelson Canzian da Silva	2
Juliana Machado	2

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 3: Lista dos autores e coautores

Eliane A. Veit	16
Ives S. Araujo	12
Leonardo A. Heidemann	9
Laercio Ferracioli	4
Rodrigo W. Pereira	3
Juliana Machado	2
Marco A. Moreira	2
Nelson C. da Silva	2
Pedro F.T. Dorneles	2
Ricardo R. Campomanes	2
Thieberson Gomes	2

Fonte: Elaborado pelos autores

Ampliando a lista de autores para os quatro primeiros nomes que aparecem nas publicações deste trabalho, tivemos mudança em alguns nomes da lista e o aumento no número de artigos que os autores aparecem. Na Tabela 3, pode ser vista a lista com os 11 nomes com mais publicações, onde 6 autores tem 2 publicações cada. O aumento no número de publicações de alguns autores, se explica por fazerem parte de grupos de pesquisa e por estarem como coautores de seus orientandos. De um total de 60 autores diferentes catalogados neste trabalho, 49 (82%) destes aparecem em uma única publicação e 11 (18%) nomes aparecem em duas ou mais publicações. A média de artigos publicados pelos pesquisadores é de 0,7 artigo no período analisado, com um mínimo de 1 artigo e máximo de 16 artigos, corroborando o fato de termos mais autores que artigos publicados no período. Ao reduzirmos a lista para os 5 nomes que mais aparecem nos artigos, identificamos um total de 21 artigos

publicados, o que representa metade dos artigos analisados nesta revisão. Dentre os 60 nomes diferentes verificamos que apenas 13 (22%) são de autoras do sexo feminino<sup>1</sup>, destas apenas 2 autoras publicaram mais de 1 artigo e as outras 11 tem apenas 1 artigo publicado, enquanto que entre os autores do sexo masculino temos 38 nomes com 1 artigo publicado.

Na Tabela 4, apresentamos uma lista com as dez palavras-chave mais utilizadas pelos autores dos artigos. A palavra “modelagem” consta em 6 das 10 palavras-chave, aparecendo na maioria das vezes acompanhada, o que não muda o sentido da Modelagem, como sendo um processo de construção de modelos. Os termos que contêm a palavra “modelagem” aparecem 43 vezes na lista de palavras-chave.

Tabela 4: Palavras-Chave

Palavras-Chave	Repetições
Ensino de Física	16
Modelagem Computacional	13
Atividade Experimental	9
Modelagem Científica	7
Modelagem	6
Simulação Computacional	5
Ciclo de Modelagem	3
Episódio de Modelagem	3
Modelagem Didático-Científica	3
Modelos	3

Fonte: Elaborado pelos autores

Podemos notar que o termo “ensino de física” ocorre em 16 artigos, um número que representa aproximadamente 38% dos artigos analisados, sendo que todos os artigos desta revisão fazem parte de publicações voltadas ao Ensino de Física.

### Considerações Finais

Realizamos uma análise bibliométrica dos dados destacados, na busca por compreender a forma como a modelagem favorece as atividades voltadas ao ensino de Física. Justificando-nos a partir de Gilbert e Justi (2016) que a aprendizagem por meio da construção de modelos é um processo fundamental na construção do conhecimento científico. Os artigos foram examinados de acordo com o ano de sua publicação, os periódicos, os autores e as palavras-chave dos artigos.

<sup>1</sup> Consideramos o primeiro nome dos autores para esta categorização. Observando a premissa de que os autores utilizaram os nomes, originais ou sociais, representativos de gênero com o qual se identificam. Possivelmente teremos uma porcentagem de nomes que podem não manifestar corretamente esta classificação.

Como resultado, observou-se uma tendência de crescimento no número de artigos publicados nos últimos anos, mostrando um aumento no interesse pela Modelagem. Houve uma concentração de publicações em dois periódicos com o foco no Ensino de Física. Ficou evidenciado a característica de publicações feitas em sua maioria por grupos de pesquisa. Metade dos artigos analisados foram publicados por cinco nomes diferentes, indicando uma alta concentração de publicações de poucos pesquisadores. Constatou-se uma predominância nas publicações de autores do sexo masculino, representando aproximadamente 78% do total de autores.

Nesta pesquisa, nos limitamos a analisar artigos encontrados nos periódicos mais bem avaliados pela CAPES, no estrato A1 do Qualis. Contudo reconhecemos que esta restrição excluiu publicações de diferentes estratos do Qualis, anais, teses, dissertações e livros. Uma outra limitação é de que pode haver estudos que tratem de modelagem no Ensino de Física sem utilizar estes termos de pesquisa. Por exemplo, pesquisas que utilizam Modelação ou Modelamento, termos que não utilizamos em nossa busca. Essas exclusões indicam possibilidades para pesquisas futuras, que podem abranger um número maior de publicações, permitindo um mapeamento mais abrangente e uma maior compreensão do cenário da pesquisa sobre Modelagem no ensino de Física.

## Referências

- BENZER, A. I., & ÜNAL, S. (2021). Models and modelling in science education in Turkey: A Literature review. **Journal of Baltic Science Education**, 20(3), 344-359.
- GILBERT, J. K., BOULTER, C. J., & ELMER, R. (2000). Positioning models in science education and in design and technology education. In J. K. Gilbert & C. J. Boulter (Eds.), **Developing models in science education** (pp. 3-7). Springer.
- GILBERT, John K.; JUSTI, Rosária. Models of Modelling. In: **Modelling-based Teaching in Science Education**. Springer International Publishing, 2016. p. 17-40.
- KRAPAS, Sonia; QUEIROZ, Glória; COLINVAUX, Dominique; FRANCO, Creso. Modelos: uma análise de sentidos na literatura de pesquisa em ensino de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 2, n. 3, p. 185–202, 2016.
- MACHADO, Juliana. **A Construção de modelos no ensino de física: da realidade à conceitualização**. 2017. Tese (Doutorado em Ciência, Tecnologia e Educação). Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, 2017.
- SCHWARZ, Christina V. et al.. Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 46, n. 6, p. 632–654, 2009.