

## UMA INVESTIGAÇÃO EM PERIÓDICOS E EVENTOS DO ENSINO DE FÍSICA SOBRE O USO DE MODELOS E MODELIZAÇÃO NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Kleber Briz Albuquerque<sup>1</sup>, Paulo José Sena dos Santos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Catarina/PPGECT, kleberbriz@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Santa Catarina/PPGECT, paulo.sena@ufsc.br

### Resumo

Neste trabalho buscamos traçar o panorama da pesquisa em ensino de Física sobre a utilização de metodologias referentes aos modelos e modelização em práticas e atividades realizadas no ensino médio. Para isso, analisamos os trabalhos de dois periódicos e três eventos considerados como relevantes da área. Após delimitarmos os trabalhos que discutem explicitamente o uso de metodologias sobre modelos e modelização e que se referem a práticas realizadas no ensino médio, verificamos que a pesquisa se concentra em debater três aspectos: a modelagem exploratória ou modelização a partir de softwares e simulações; o estudo dos modelos expressos pelos estudantes; a construção ou a preposição de modelos a partir de experimentos que auxiliem a aproximação de aspectos teóricos e reais. Por fim, considerando que das 318 publicações identificadas apenas 17 se enquadram nos critérios analisados, o que mostra a existência de uma lacuna a ser preenchida com relação ao uso de metodologias que envolvem modelos e modelização no ensino médio.

**Palavras-chave:** modelos, modelização, ensino de física

## A RESEARCH ON JOURNALS AND EVENTS IN PHYSICS TEACHING ABOUT MODELS AND MODELING PRACTICES AND ACTIVITIES IN HIGH SCHOOL

### Abstract

In this research we present an overview of research in physics teaching about the use of models and modeling as a teaching strategy in Brazilian high school. For this, we analyzed the works of two journals and three events considered relevant to physics teaching in Brazil. Initially, we found 318 papers that discuss the use of models or modeling, but only 17 satisfied the analysis criteria discussed in this text. Regarding the focus of the investigations the papers present three main aspects: exploratory modeling or modeling based on software and simulations; the study of students' model; and building or proposing of models based on experiments. Our results show the need for studies that discuss the use of models and modeling in this level of education.

**Keywords:** models, modelling, physics teaching

### Introdução

O conhecimento científico e o seu desenvolvimento são pouco compreendidos ou se apresentam em uma versão equivocada tanto pelos estudantes (DRIVER et al, 1996) quanto para aqueles que continuam seus estudos, no ensino superior, ou mesmo para quem trabalha com ciência (PÉREZ et al, 2001; MACHADO, 2007; SCHEID; FERRARI; DELIZOICOV, 2007; LEMES; SOUZA;

CARDOSO, 2009). Quando analisamos os conteúdos de ciências e a maneira como buscamos ensinar os conceitos científicos, dificilmente nos preocupamos em explicitar como um determinado conceito foi elaborado ou como um conteúdo se desenvolveu a partir dos seus aspectos históricos-sociais e procedimentais da área em questão.

Pinheiro (1996) identifica, a partir de suas experiências em sala, que conhecimento físico é estruturado com base em modelos e, ao longo do desenvolvimento do processo de ensino, a concepção de ciência influencia no aprendizado dos conceitos pelos estudantes. Estas constatações não se restringem apenas ao trabalho dessa autora. Pesquisas da área identificam modelos como um dos aspectos constituintes do conhecimento científico e do seu processo de desenvolvimento, propiciando uma visão mais adequada da atividade científica (HESTENES, 1986; BREWE, 2008; VAN BUUREN, 2014; GILBERT; JUSTI, 2016).

Para Moreira (2018) o ensino de ciências atual deveria, dentre diversos fatores, enfatizar o desenvolvimento de aspectos que possibilitem a modelagem de fenômenos, ainda mais quando considerarmos que os modelos estão intimamente ligados a construção de conhecimento científicos.

A definição de modelo num âmbito geral é tida como: uma representação concreta de alguma coisa (HESTENES, 1996). Porém, no âmbito do ensino de ciências o debate com relação ao seu significado é muito mais extenso e amplo, tendo em vista que para muitos autores os modelos possuem tanta importância para a construção de conhecimento quanto às teorias. Sendo assim, buscamos traçar um panorama sobre as percepções de como se dá o uso de modelos e modelização nas práticas em sala de aula no ensino médio a partir das pesquisas na área de Ensino de Física. Para isso, tomamos como base os trabalhos publicados em dois periódicos e três eventos, considerados como relevantes da área, e realizamos uma breve análise deste panorama para suscitar alguns questionamentos e caminhos para quem deseja trabalhar dentro desta perspectiva.

### **O uso de modelos e modelização no Ensino de Física no Brasil**

O estudo aqui apresentado é o recorte de um projeto de doutorado em desenvolvimento sobre o uso de modelos e modelização no Ensino de Física no ensino médio, a qual percebemos a necessidade de verificar a partir de uma pesquisa bibliográfica na área os elementos até então elencados. Para investigação utilizamos:

**Dois periódicos** - o Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF) e a Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF). A escolha por estes periódicos se dá pelo fato de serem relevantes e conceituados na área de Ensino de Física, sendo o qualis destas revistas pela CAPES A2 para a CBEF e A1 para a RBEF.

**Três eventos** - o Encontro de Pesquisa e Ensino de Física (EPEF), o Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) e o Encontro Nacional de Pesquisa e Ensino de Ciência (ENPEC)<sup>1</sup>, por sua relevância e participação de diversos pesquisadores da área de Ensino de Física.

A pesquisa bibliográfica foi realizada no período entre 2008 e 2018, visando um recorte que reduzisse o número de publicações a serem analisadas. Utilizamos os artigos publicados nos periódicos, localizados a partir da ferramenta de busca das

---

<sup>1</sup> Foram selecionados apenas os trabalhos com conteúdos de Física, pois nossa pesquisa está voltada para esta área.

páginas dos periódicos<sup>2</sup>. Enquanto para os eventos, depois de determinar os que ocorreram durante esse período, a pesquisa foi feita a partir dos anais e trabalhos publicados nos sites destes eventos, realizando a seleção dos trabalhos a partir dos títulos destas publicações.

Adotamos para a busca, nos periódicos e eventos, as palavras-chave “modelo”/“modelos”, “modelização”/“modelagem”. As duas primeiras palavras-chave, “modelo” e “modelos”, constituem uma primeira categoria (I), tendo em vista que a diferença entre as duas palavras está apenas no singular e plural. Consideramos, portanto, que, conceitualmente, não há diferença entre o significado das duas palavras, as quais são atribuídas ao próprio objeto construído a partir de um processo de modelização, ou seja, o objeto de estudo. Já as outras duas palavras constituem uma segunda categoria (II), ambas estão relacionadas ao processo de construção de modelos, seja qual o for o método utilizado ao longo deste processo.

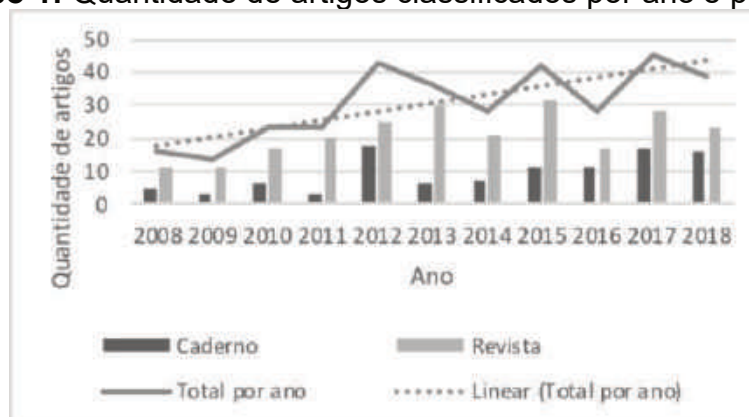
Foram obtidos no total 80 resultados no CBEF e 204 na RBEF. Com relação aos eventos obtivemos 20 resultados para o ENPEC<sup>3</sup>, 22 para o EPEF e 72 para o SNEF (Quadro 1). Não foi considerado, neste momento da investigação, se os artigos utilizam termos das duas categorias ou repetem os termos da mesma categoria, tendo em vista que buscamos verificar o quantitativo de trabalhos que fazem menção aos termos.

**Quadro 1:** Quantidade de artigos classificados por palavra-chave e periódicos

	PUBLICAÇÃO	(I) MODELO/ MODELOS	(II) MODELIZAÇÃO/ MODELAGEM	TOTAL POR PUBLICAÇÃO
PERÍODICO	CBEF	69 (86%)	11 (14%)	80
	RBEF	174 (85%)	30 (15%)	204
	Total por palavra-chave	243 (86%)	41 (14%)	284
EVENTO	ENPEC	11 (55%)	9 (45%)	20
	EPEF	10 (45%)	12 (55%)	22
	SNEF	50 (69%)	22 (31%)	72
	Total por palavra-chave	71 (62%)	43 (38%)	114

Fonte: Elaborada pelo autor

**Gráfico 1:** Quantidade de artigos classificados por ano e periódico



<sup>2</sup> Página do CBEF: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>

Página da RBEF: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/>

<sup>3</sup> Por se tratar de um evento de Ensino de Ciências, fizemos uma seleção dos trabalhos da área de Física.

Fonte: Elaborada pelo autor

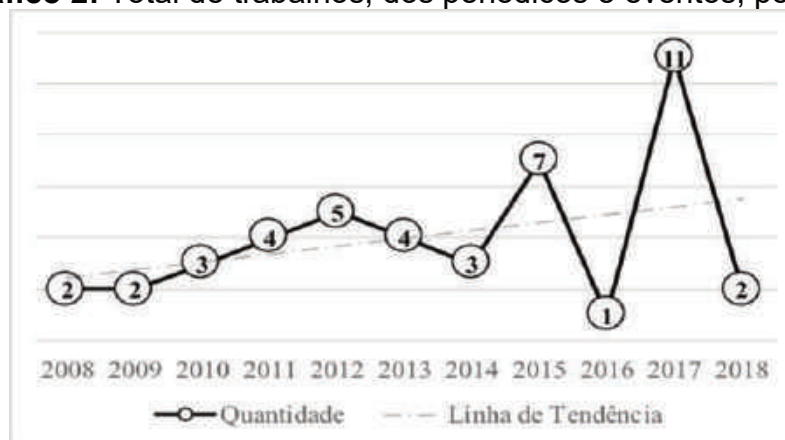
Embora o volume de resultados da RBEF seja maior, a percentagem dos resultados por palavra-chave é relativamente similar. Além disso, há um crescimento de publicações a partir de 2012 em ambos os periódicos, que acompanha também uma tendência no crescimento de publicações voltados para esta área (Gráfico 1). Já para os eventos, não foi possível elaborar um gráfico para verificar essa tendência, tendo em vista que os eventos são bianuais, ENPEC e SNEF em anos ímpares e EPEF anos pares, logo, os anos ímpares ficam com uma quantidade de trabalhos desproporcional aos anos pares, inviabilizando uma análise de tendência fidedigna.

### ***O uso de modelos e modelização no Ensino Médio***

Após de obter estes dados iniciais sobre os periódicos e eventos, a partir da leitura dos resumos das publicações obtivemos 27<sup>4</sup> artigos nos periódicos e 29 trabalhos nos eventos que indicam de maneira explícita discussões voltadas para o nível médio de ensino ao mesmo tempo que utilizam termos que remetem ao uso de modelos e modelização. Porém, se faz necessário analisar de que forma estes trabalhos utilizam modelos e modelização. Para isso, iniciamos este novo recorte aplicando dois critérios de exclusão:

(1) eliminando os trabalhos que utilizam as palavras-chave da busca de maneira solta, sem que haja uma discussão que envolva elementos do aporte teórico da modelização ou que se refira aos modelos como construções do conhecimento científico. Por exemplo, aqueles que discutem modelos de aprendizagem, modelo padrão, modelos atômicos ou realizam discussões epistemológicas que envolvem as palavras-chave da nossa busca inicial. Assim, com este primeiro critério de exclusão, chegamos a 20 artigos publicados em periódicos e 24 trabalhos publicados em eventos, que demonstram uma leve tendência de crescimento de publicações que envolve modelos e modelização em um contexto de sala de aula ao longo do nosso período de investigação (Gráfico 2), sejam estes trabalhos propostas ou discussões de ensino e aprendizagem neste nível de ensino. Este resultado corrobora o Gráfico 1, que demonstra um crescimento de publicações envolvendo os termos sobre modelos e modelização;

**Gráfico 2:** Total de trabalhos, dos periódicos e eventos, por ano



<sup>4</sup> Dois trabalhos aparecem na pesquisa por palavras-chave nas duas categorias, “modelo/modelos” e “modelização/modelagem”, diminuindo, portanto, o número de artigos de 29 para 27.

Fonte: Elaborada pelo autor

(2) descartamos os trabalhos que não fazem o uso de referenciais sobre modelos e modelização de forma explícita, ao longo de suas discussões teóricas, visando uma análise aprofundada do uso desta metodologia. Assim, obtemos ao final 5 artigos publicados nos periódicos e 12 trabalhos apresentados em eventos, totalizando 17 publicações dentro da temática que desejamos investigar, o uso de modelos e modelização para o ensino de física no nível médio.

A maior parte dos trabalhos, 11 dos 17, discutem resultados de propostas ou propõe discussões voltadas para a modelagem computacional. Este tipo de modelagem pode ser realizado de diversas maneiras, tendo em vista que os próprios programas possuem características que permitem construir modelos do zero, modificar modelos pré-programados ou simplesmente explorar os modelos que já estão programados.

A modelagem exploratória, por exemplo, propõe que os alunos explorem um modelo previamente conhecido pelo professor, o que favorece a construção dos modelos pelo estudante, já que a mesma possibilita explorar as situações com erros (SALES et al, 2008), servindo como um elemento a ser integrado com outras atividades (OLIVEIRA; FERRACIOLLI, 2011). Outro exemplo seria o uso das simulações, o qual se destaca o fato destas serem úteis por transferirem para os computadores a responsabilidade de realizar cálculos ou propiciar elementos pré-programados enquanto que o estudante passa a se responsabilizar pela interpretação das soluções, validando, generalizando e expandindo os modelos utilizados (MACÊDO; DICKMAN; ANDRADE, 2012; NASCIMENTO, NEIDE E GONZATTI, 2015). Também é evidenciado o uso do Modellus, um software que permite a modelagem matemática e computacional de fenômenos físicos (MENDES; COSTA; SOUZA, 2012), para suscitar conflitos dos modelos mentais dos estudantes com os modelos conceituais (SOUZA; MELLO, 2017), melhorando assim a visualização do problema físico modelado.

Todos estes elementos tornam o ambiente de ensino estimulante, motivador e envolvente para os estudantes (MACÊDO; DICKMAN; ANDRADE, 2012) ao mesmo tempo que articula conhecimentos do domínio teórico com o real (MENDES; COSTA; SOUZA, 2012; GODINHO; SILVA, 2017; NASCIMENTO; NEIDE; GONZATTI, 2015) e diminui a abstração de alguns conteúdos (MAIA; FIREMAN, 2009). Além disso, a modelagem computacional também aproxima os estudantes das novas tecnologias (OLIVEIRA; FERRACIOLLI, 2015). E, caso os estudantes já tenham tido o conteúdo ao realizarem as atividades com modelagem computacional, há indicativos que esta metodologia permita ampliar os conhecimentos dos estudantes (MAIA; FIREMAN, 2009).

Todavia, a modelagem computacional também pode apresentar desafios e dificuldades para professores e alunos. Elaboração da expressão algébrica e da programação podem ser obstáculos para os estudantes (MAIA; FIREMAN, 2009), enquanto a dificuldade está no domínio e uso destes softwares e simulações surge como um obstáculo para os professores, principalmente quando estes fatores se somam a carga horária reduzida da disciplina de Física (JÚNIOR; SILVA; BRITO, 2013). Além disso, alguns autores indicam a necessidade de continuarem os estudos para verificarem se os resultados obtidos possam ser confirmados. Dentre os pontos a serem investigados com maior profundidade se destacam: como a modelagem computacional pode ser combinada com outras atividades (LOPES et al, 2017; COSTA et al, 2017), se as propostas podem ser desenvolvidas com outros



conteúdos (GONÇALVES; FERRACIOLLI, 2011) e como se dá as relações de ensino e aprendizagem de física a partir da linguagem visual e matemática que a modelagem computacional permite (SOUZA; MELLO, 2017).

Em seguida, alguns trabalhos também investigam como os modelos dos estudantes influenciam no processo de ensino e aprendizagem. Surge como um aspecto importante que os estudantes aprendam não apenas os conhecimentos científicos, mas também sobre ciências e como é feito a ciências. Neste sentido, a validação, revisão e elaboração de modelos seriam fundamentais ao processo educativo (BARBOSA; BORGES, 2012; LOPES et al, 2017) e verifica-se a dificuldade dos estudantes de expressarem seus modelos (MARTINS; LINHARES, 2010). Surge, portanto, destas discussões, a necessidade dos professores gerarem situações que propiciem estes conflitos entre modelos dos estudantes e modelos mentais (MARTINS; LINHARES, 2010), bem como envolver nas propostas aspectos históricos, científicos, tecnológicos e sociais que ampliem o conceito a ser estudado (HORNES; SANTOS, 2017, LOPES et al, 2017).

Por fim, cabe comentar que alguns trabalhos sugerem a necessidade de elaborar atividades que estabeleçam relações entre teoria e prática, a partir de experimentos (SILVA; DORNELLES, 2017) e repensando propostas já elaboradas (COSTA et al, 2017). Estes últimos elementos, embora apareçam em trabalhos que desenvolvem atividades experimentais, demonstram as mesmas conclusões dos trabalhos que envolvem modelagem computacional e modelos dos estudantes.

### **Considerações Finais**

A partir da nossa investigação verificamos que apesar da crescente produção de trabalhos sobre o tema, 284 artigos em periódicos e 114 artigos em eventos, destes apenas 56 (cerca de 14%) estão voltados para o ensino médio.

Após a aplicação dos critérios de exclusão, trabalhos que não utilizam as palavras-chave no sentido das metodologias sobre modelos e modelização e que não realizam estas discussões explicitamente, verificamos que 17 trabalhos (cerca de 4%) apresentam uma discussão teórica sobre a importância dos modelos e sobre o processo de modelização na construção do conhecimento científico. Isso aponta uma lacuna que precisa ser preenchida, tendo em vista que a ciência e como se dá o processo de construção dos conhecimentos, os quais os modelos e o processo de modelização aparecem como elemento fundamental, é ponto de concordância entre os pesquisadores da área, que sugerem esta como uma discussão que deveria estar presentes nos currículos e, inclusive, discutido de forma explícita durante as aulas.

Por outro lado, o uso de metodologias que envolvem modelos e modelização também exige um preparo dos professores, outras formas de avaliação e uma organização, que envolve tanto a quantidade de aulas quanto a necessidade de alguns recursos, principalmente quando envolve o uso de algum programa computacional.

Além disso, os trabalhos indicam que as discussões sobre os modelos e o uso de diferentes formas de modelização está, principalmente, relacionada a procedimentos metodológicos com uso de softwares e aplicativos de modelagem, sendo que esta abordagem proporcionam um aumento no interesse pela disciplina de Física, uma melhora na visão dos estudantes sobre a atividade científica, uma aproximação entre teoria e situações reais e uma articulação de conhecimentos da física com a matemática.

Por fim, consideramos que há uma lacuna com relação ao uso de metodologias sobre modelos e modelização em práticas para o ensino médio. Desta

forma, este é um campo promissor para futuras pesquisa, sendo uma metodologia com potencial para democratizar o ensino de ciência quando traz à tona para sala de aula o debate do que é a ciência e como se faz ciência.

### Referências

- BARBOSA, J. P. V.; BORGES, A. T. O entendimento dos estudantes sobre energia no início do ensino médio. **Cad. Brás. Ens. Fís.**, v. 23, n. 2: p. 182-217, ago. 2006.
- BREWE, E. Modeling theory applied: Modeling Instruction in introductory physics. **American Journal of Physics**, 76 (12), 2008.
- COSTA, M. M. R.; COSTA, H. P.; JUNIOR, O. G. A.; CARVALHO, P. H. Sequência de ensino sobre eletroímãs e seus modelos casuais para alunos de ensino médio. **XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2017.
- GILBERT, J. K.; JUSTI, R. **Modelling-based Teaching in Science Education**. Suíça: Springer. 2016
- GODINHO, D. L. Sentidos sobre realidade produzidos durante uma atividade de resolução de exercícios de Física como estudantes de ensino médio. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2017.
- GONGALVES, E.; FERRACIOLLI, L. A investigação da modelagem computacional quantitativa no estudo do resfriamento da água: um estudo exploratório com estudantes do ensino médio. **XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2011.
- HESTENES, D. Toward a modeling theory of physics instruction, **American Journal of Physics**. 55, p440–454 1986.
- HORNES, A.; SANTOS, S. A. Os modelos atômicos como proposta de ensino numa perspectiva histórica, científica, tecnológica e social. **XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2017.
- JUNIOR, R. L O; JUNIOR, M. A.; BARBOSA, V. H. Aquecimento e resfriamento da água, aproximados à forma real. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, p. 306-319, abr. 2016.
- JUNIOR, R. G. C.; SILVA, A. C.; BRITO, A. V. S. Software Modellus: uma ferramenta didática da modelagem matemática no ensino/aprendizagem de Física. **XX Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2013.
- LEMES, A. F. G.; SOUZA, K. A. F. D.; CARDOSO, A. A. Ciência E Construção Do Conhecimento Científico: Concepções De Pós-Graduandos Em Química De Universidades Públicas Da Cidade De São Carlos – SP. **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2009.
- LOPES, E. V.; BELLUCO, A.; GAULKE, A. M.; CALEGARI, M. H.; Como se aproximar do invisível: o uso de modelos no ensino da física moderna para alunos de ensino médio. **XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2017.
- MACÊDO, J. A.; DICKMAN, A. G.; ANDRADE, I. S. F. Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 29, n. Especial 1: p. 562-613, set. 2012.
- MACHADO, A. B. **Concepções de Ciência entre Professores das Séries Iniciais do Ensino Fundamental em Florianópolis, SC e suas Relações com o Ensino se Ciências**. UFSC, Florianópolis. 2007.

MAIA, L. S.; FIREMAN, E. C. O problema do quicar da bola: um desafio de modelagem computacional para alunos de PIBIC-Jr. **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2009.

MARTINS, R. L. C.; LINHARES, M. P.; Modelos mentais de alunos do PROEJA sobre fenômenos clássicos e modernos e a dualidade da luz. **Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2010.

MENDES, J. F.; COSTA, I. F.; SOUSA, C. M. S. G. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, 2012.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados.**, São Paulo, v. 32, n. 94, p. 73-80, Dec. 2018.

NASCIMENTO, J. O.; NEIDE, I. G.; GONZATTI, S. E. M. Modelagem e simulação computacional no ensino de Física: uma proposta de estudo de caso com o PROEJA.

OLIVEIRA, R. R.; FERRACIOLLI, L. O estudo do movimento retilíneo de três móveis a partir de uma atividade de modelagem computacional exploratória: uma aplicação no ensino médio a partir de módulos educacionais. **XVIII Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências**, 2011.

OLIVEIRA, R. R.; FERRACIOLLI, L. Variação do desempenho de alunos no estudo de movimentos dos corpos: uma análise comparativa entre o desenvolvimento de atividades com modelagem computacional exploratória e atividades escolares tradicionais. **XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2012.

PEREZ, D. G.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciênc. educ.** (Bauru), Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

PINHEIRO, T. F. **Aproximação entre a ciência do aluno na sala de aula da 1ª série do 2º grau e a ciência dos cientistas: uma discussão**. Dissertação. CED/UFSC. Florianópolis, 1996.

SALES, G. L.; VASCONCELOS, F. H. L.; FILHO, J. A. C.; PEQUENO, M. C. Atividades de modelagem exploratória aplicada ao ensino de física moderna com a utilização do objeto de aprendizagem pato quântico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 3, 2008.

SCHEID, N. M. J.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. Concepções Sobre a Natureza da Ciência num Curso de Ciências Biológicas: Imagens que Dificultam a Educação Científica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n.2, p. 57-181, 2007.

SILVA, C. B. C.; DORNELES, P. F. T. O processo de modelagem científica no laboratório didático de Física da Educação Básica. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2017.

SOUZA, E. J.; MELLO, L. A. O uso de jogos e simulação computacional como instrumento de aprendizagem: Campeonato de aviões de papel e o ensino de Hidrodinâmica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 2, p. 530-554, ago. 2017.

VAN BUUREN, O. P. M. **Development of a Modelling Learning Path**. Dissertação. Universidade de Amsterdam, Amsterdam. 2014.