



Modelagem nas Ciências na Educação Básica: uma revisão bibliográfica na Revista de Experiências em Ensino de Ciências

Daniéli Vitória Goetz Pauli (IC)*, Danusa de Lara Bonotto (PQ).
danielivgp03@gmail.com

Universidade Federal da Fronteira Sul. Campus Cerro Largo. Rua Jacob Reinaldo Haupenthal, 1.580, São Pedro, RS. CEP 97900-000

Palavras-Chave: Didática, Modelo, Ensino de Ciências.

Área Temática: Processos de Ensino e de Aprendizagem e Avaliação

RESUMO: A presente escrita trata da temática de Modelagem nas Ciências (MC) tendo como objetivo compreender o sentido atrelado à palavra modelo e modelagem, as tipologias de modelo e as potencialidades da MC apresentadas em artigos publicados na Revista Experiências em Ensino de Ciências (EENCI) no período de 2010 a 2022. Para tal, realizou-se uma revisão bibliográfica tendo como indicadores de busca os termos: modelo, modelagem e modelização. Desse modo, a pesquisa caracteriza-se como qualitativa. A análise dos textos segue os procedimentos da Análise de Conteúdo. Os resultados evidenciam o sentido atrelado à palavra modelo como a representação de algo, principalmente de entidades submicroscópicas. Em relação às tipologias de modelos de representação, destaca-se o uso de modelos concretos/físicos. Também, os modelos são vistos como facilitadores/auxiliares nos processos de ensino e de aprendizagem, culminando na qualificação de ambos os processos.

INTRODUÇÃO

Este estudo trata da temática de Modelagem nas Ciências (MC) e apresenta o recorte de uma pesquisa bibliográfica que tem como objetivo compreender como se desenvolvem as práticas pedagógicas de MC e o sentido atrelado aos termos modelo e modelagem, bem como as potencialidades e desafios de sua inserção na sala de aula para o Ensino de Ciências. Desse modo, neste texto, apresentamos os sentidos atrelados à palavra modelo e modelagem e as tipologias de modelo identificadas nesta pesquisa, assim como as potencialidades da MC apresentadas nos artigos publicados na Revista Experiências em Ensino de Ciências (EENCI).

Para Biembengut (2016), a MC desempenha um papel importante nos processos de ensino e de aprendizagem no Ensino de Ciências, visto que, segundo Hodson (1992, *apud* JUSTI, 2006), a MC dispõem das condições de *aprender* ciência, *aprender sobre* ciência, *aprender a fazer* ciência e se *(des)envolver* com ações da



ciência. Nesse sentido, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) valoriza a Ciência nas escolas de modo que a mesma trabalhe a capacidade de compreender e interpretar o mundo, e assim transformá-lo a partir dos aportes teóricos e práticos das ciências (BRASIL, 2018).

Práticas pedagógicas com fundamentos na MC, além de qualificar os processos de ensino e de aprendizagem, podem favorecer o desenvolvimento da Alfabetização Científica (AC), visto que de acordo com Pauli, Schultz e Bonotto (2022), tais práticas articulam experimentação, leitura, organização e classificação de informações, conhecimento, justificativas e comunicação de resultados, sendo ações que favorecem a aprendizagem do sujeito.

De acordo com Biembengut (2016) o processo de MC perpassa por três etapas: *percepção e apreensão*; *compreensão e explicitação*; *significação e expressão*. A primeira etapa permeia a introdução da temática em questão, com o intuito de iniciar relações de ideias, que dependem das experiências e vivências dos indivíduos participantes, portanto esse momento é influenciado por diversos aspectos, sendo os interesses, intenções e emoções.

De acordo com a autora, o segundo momento objetiva a transição de informações para tornarem-se conhecimentos, pois “nem todas as percepções geram aprendizagem” (BIEMBENGUT, 2016, p. 77). Para tanto, essa ocasião envolve a sensibilização com o tema, pois na medida que os estímulos tornam-se compreensões, a mente do sujeito procura explicitá-las através de modelos ou semi-modelos, com novas combinações e reconhecimento dos estímulos familiares. Também, esse processo desenvolve a formulação de hipóteses e variação de observações, com o propósito de filtrar/selecionar informações que agreguem no processo de conhecer e compreender o tema. Por fim, a última etapa consiste na tradução e representação do conhecimento, em forma de modelos que podem ser expressos internamente (modelos mentais) e/ou externamente (maquetes, desenhos, projetos, teorias, etc).

Nessa perspectiva, o termo modelo possui ampla semântica, mas é usualmente utilizado como um meio para representar algo (BIEMBENGUT, 2016). Também, de acordo com Justi (2006), modelos podem ser entendidos como uma representação parcial da realidade criados intelectualmente, a partir de ideias e percepções de cada sujeito, pois “modelos são instrumentos que assumem diferentes formas e tem muitas funções diferentes” (p. 177, tradução nossa). Ainda, a autora destaca, indo além da visão de modelo apenas como representação, o modelo como artefato epistêmico sendo uma ferramenta de pensamento. Dessa forma, no processo da MC a “nossa mente capta, manipula os símbolos e procura imitá-los, criando modelos das situações com os quais interage e que lhe permitem não somente interpretá-los, mas também entender, prever, influenciar, saber e agir sobre as situações ou eventos modelados” (BIEMBENGUT, 2016, p. 76).



Desse modo, práticas pedagógicas de MC podem desenvolver nos alunos a capacidade de observação, análise, formulação de hipóteses e discussão de resultados, desenvolvimento do raciocínio lógico, do espírito de investigação e de produzir argumentos para compreender e atuar no mundo, além de instigar a curiosidade dos alunos por meio da formulação de problemas estimulando-os a conhecer e aprender Ciência. Nesse sentido, Freire (1996) defende que estimular a pergunta resulta na reflexão crítica sobre a própria pergunta, favorecendo momentos pedagógicos reflexivos ricos em conhecimento científico.

Diante do exposto, é válido ressaltar que a MC leva em conta a complexidade dos processos de ensino e de aprendizagem, sabendo que demandam tempo, exigindo dinâmica e inovação em sala de aula. Na mesma visão, Santos (2019) denota que a MC é um processo cíclico e não predeterminado, que pode gerar conhecimento científico através da elaboração e expressão de modelos.

METODOLOGIA

A presente pesquisa é de cunho qualitativo do tipo revisão bibliográfica, na perspectiva de Lüdke e André (2018). Para as autoras o pesquisador inicia a pesquisa com perspectivas amplas que ao final se tornam diretas e específicas. Assim, o estudo qualitativo se preocupa mais com o processo de análise do que com o produto propriamente dito. Ainda, as autoras destacam que “para se realizar uma pesquisa é preciso promover o confronto entre os dados, as evidências, as informações coletadas sobre determinado assunto e o conhecimento teórico construído a respeito dele” (LÜDKE; ANDRÉ, 2018, p. 1-2).

Consequente, a constituição dos dados desta pesquisa se deu por meio da busca de artigos científicos publicados na revista EENCI, no período de 2010 a 2022, com os indicadores de busca: *modelo*, *modelagem* e *modelização* nos títulos, resumos e palavras-chave dos textos publicados. Inicialmente destacou-se 97 textos, os quais estão descritos de acordo com o nível de ensino no Gráfico 01, a seguir.

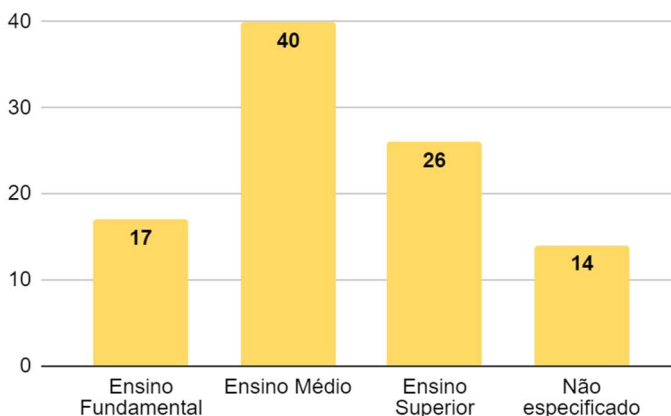


Gráfico 1: Quantificação dos textos de acordo com o nível de ensino

Tendo em vista nosso interesse nas práticas pedagógicas de MC desenvolvidas com a Educação Básica, refinamos essa seleção para um total de cinquenta e sete textos. Ainda, utilizamos como critério de seleção os textos que apresentavam o desenvolvimento de práticas pedagógicas de MC. Desse modo, foram analisados trinta e três artigos. Os demais textos que não foram selecionados, embora apresentassem a palavra modelo ou modelagem no título ou no resumo, abordavam outros enfoques que não necessariamente o desenvolvimento de práticas pedagógicas de modelagem. Assim, o Gráfico 02, a seguir, apresenta o quantitativo dos textos selecionados por nível de ensino e área do conhecimento.

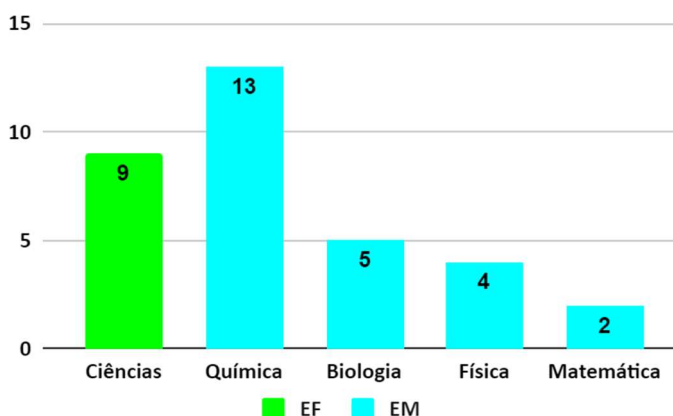


Gráfico 1: Quantitativo dos textos de acordo com o nível de ensino e área de conhecimento

Os trinta e três textos selecionados foram codificados e organizados em um quadro, identificando o código, título, ano e mês de publicação (previsto na codificação inicial), o principal objetivo e seus respectivos autores. A codificação é definida pela



primeira letra das áreas de conhecimento, seguido dos números em ordem crescente: Q1, Q2... (textos de Química); C1, C2... (textos de Ciências); F1, F2... (textos de Física); B1, B2... (textos de Biologia); e M1 e M2 (textos de matemática). Tais artigos se encontram no link: <https://docs.google.com/document/d/1A8wndbvBEncQzoHQ3RXHgMqUV0wkyxJM/eDit?usp=sharing&oid=116071813032336677257&rtpof=true&sd=true>.

A análise segue os procedimentos da Análise de Conteúdo descrita por Bardin (1977), que perpassa por três etapas principais: (i) pré-análise; (ii) exploração do material; e (iii) tratamento dos resultados e interpretação. A autora destaca que a primeira etapa consiste na organização do *corpus* de análise através da leitura flutuante, que, nesse caso, envolveu a leitura dos resumos e parte do procedimento metodológico dos artigos selecionados, a fim de quantificar os níveis de ensino, as áreas de conhecimento e a seleção dos artigos que envolvem as etapas da MC, conforme apresentado nos Gráficos 01 e 02 anteriormente.

A segunda etapa advém das leituras e releituras do *corpus* de análise para a sistematização de singularidades entre os textos, analisando e interpretando as mensagens dos textos, para detecção de aspectos frequentes e criação de categorias. Essa fase é longa e complexa, pois visa a análise de aspectos semelhantes entre os dados obtidos para agregarem unidades, as quais permitem a descrição de características precisas do conteúdo pesquisado. Para tal, analisamos os objetivos dos textos, a compreensão dos autores sobre modelos e modelagem e as potencialidades das práticas de MC.

Assim, o tratamento dos resultados depende da condensação destes, visando a interpretação e significação dos dados obtidos, propondo inferências e explicações, além de fazer relações decorrentes das referências teóricas estudadas. Na sequência, apresentamos as discussões e resultados advindos do da Análise de Conteúdo realizada.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Primeiramente, a análise dos “objetivos” dos textos, permitiu reconhecermos que as pesquisas realizadas centram-se em dois âmbitos: (i) na análise de mudança ou elaboração conceitual por parte dos alunos, tratando-se dos textos Q1, Q2, Q6, Q8, Q9, Q10, Q11, Q12, B3, B4, F1, F2, F3, F4, C1, C3, C4 e M2 os quais abordam a compreensão de conteúdos específicos das respectivas áreas de conhecimento; e (ii) na confecção de modelos e na influência destes nos processos de ensino e de aprendizagem de conteúdos de ambas as áreas, tratando-se de Q3, Q4, Q5, Q7, Q11,



Q12, Q13, B1, B2, B3, B4, B5, F3, F4, C2, C4, C5, C6, C7, C8, C9 e M1. As passagens no Quadro 1 a seguir denotam o exposto.

Quadro 1: Unidades de contexto extraídas dos textos analisados

Referência	Unidades de contexto
(B2, 2012, p.01)	As atividades foram propostas a fim de verificarmos a existência da promoção de uma aprendizagem mais significativa a partir da construção de modelos didáticos representativos. (grifos nossos)
(C9, 2017, p.01)	Assim, o presente trabalho avaliou os aspectos relevantes de uma oficina didática de construção de modelos para o ensino de Arthropoda, utilizando-se materiais de baixo custo e simples manuseio. (grifos nossos)
(B4, 2021, p.32)	[...] em seu desenvolvimento objetiva trabalhar um conteúdo específico ou tema, desde a exploração inicial até a formação de um conceito (Brasil, 2012). (grifos nossos)
(Q6, 2017, p.155)	[...] as atividades experimentais investigativas podem auxiliar na formação de conceitos , fomentar o desenvolvimento cognitivo do aluno e podem criar um ambiente favorável à aprendizagem pelas interações professor-aluno e aluno-aluno. (grifos nossos)

Mesmo que as pesquisas apresentem focos diferentes, ambos denotam a preocupação com os processos de ensino e de aprendizagem da Ciência, e com o contato com atividades de modelagem em sala de aula, que tendem a auxiliar esses processos.

Em relação à compreensão da palavra modelo, reconhecemos que, nos textos analisados, a noção de modelo está atrelada à necessidade de representação de alguma coisa, sejam objetos, eventos, processos ou ideias (GILBERT et al.1998; BIEMBENGUT, 2016). O argumento predominante nos textos está vinculado à dificuldade de os alunos compreenderem/visualizarem entidades submicroscópicas da Ciência, apontando que a confecção e elaboração de modelos expressos em diferentes representações auxiliam na minimização de tais dificuldades, como representado nas passagens apresentadas no Quadro 2, a seguir.

Quadro 2: Unidades de contexto extraídas dos textos analisados

Referência	Unidades de contexto
------------	----------------------



(C8, 2017, p.104)	De acordo com Justina et al (2003), o modelo didático é um sistema figurativo que reproduz de forma esquematizada e concreta a realidade, o que torna mais compreensível ao aluno o objetivo do ensino proposto ao representar uma estrutura que pode ser utilizada como referência, ou seja, materialização de uma imagem, ideia ou conceito, tornando tudo mais assimilável . (grifos nossos)
(Q3, 2019, p.01)	Foram realizadas aulas teóricas e resolução de exercícios com o uso dos modelos moleculares para ajudar na representação das espécies químicas em nível submicroscópico e também como meio para transitar para o nível simbólico. (grifos nossos)
(A8, 2016, p.20)	[...] Uma alternativa é que, no processo de ensino e aprendizagem, bem como no desenvolvimento da Ciência em geral, utilizem-se modelos para representar macroscopicamente fenômenos dos quais é possível perceber apenas suas manifestações visíveis. (grifos nossos)
(Q12, 2021, p. 287)	[...] a sequência didática aplicada, propõe mediar os três níveis de representação em Química, pela divisão entre o nível macroscópico (experiências), o submicroscópico (modelagem de átomos e moléculas) e simbólico (visualização de fórmulas e equações químicas). (grifos nossos)

O estudo de Santos (2019) denota diferentes representações para a expressão de modelos, sendo: concreto (tridimensional), gestual, simbólico, verbal (oral ou escrito), virtual e visual (GILBERT, BOULTER, ELMER, 2000, *apud* SANTOS, 2019). Algumas dessas formas de representação foram textualizadas nos textos analisados, além das expressões: modelo mental e modelo científico/teórico, os quais estão apresentadas no Quadro 3, a seguir.

Quadro 3: Tipologia de modelos identificada nos textos analisados

Tipologia de modelos	Textos
Modelo científico/teórico	Q1, Q2, Q4, Q5, Q7, Q8, Q9, Q12, Q13, C1, C2, C3, F1, F2, F4
Modelo concreto/físico	Q3, Q4, Q5, Q7, Q8, Q9, Q10, Q11, Q12, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, B1, B2, B4, B5
Modelo simbólico	Q1, Q3, Q7, Q9, Q12, F3, M1,
Modelo virtual	Q2, Q12



Modelo visual	Q1, Q6, Q7, Q8, Q9, C6, F1, F4, M1, M2, B5
Modelo mental	Q3, Q4, Q6, Q7, Q11, B3

A partir do que é apresentado no Quadro 3, reconhecemos que a tipologia com maior frequência nos textos apresentados é de modelo concreto, ou seja, “caracterizado pelo uso de materiais como massinha de modelar, palitos de dente, bolinhas de isopor, entre outros” (GILBERT, BOULTER, ELMER, 2000, *apud* SANTOS, 2019, p. 29). Também, ligado ao senso de representar entidades submicroscópicas, e indo além, os alunos tem oportunidade de manipular esses modelos concretos, podendo aproximar o objeto de estudo a quem o estuda.

Nesse sentido, destacamos que a forma de representação está diretamente relacionada ao contexto e aos objetivos para os quais os modelos são elaborados e utilizados. Atualmente, Justi e Gilbert (2016) ampliam a noção de modelo como representação e atribuem a ele o sentido de artefato epistêmico, que se baseia na visão que o processo de construção de modelos gera conhecimento científico através de produções internas da mente do indivíduo, as quais não são acessíveis. Porém, essa compreensão não foi identificada nos textos analisados.

Em outra percepção, identificamos a palavra *modelagem* nos textos Q5, Q12, F1, F3, M1, M2, C1, C9, B2 e B5, o termo *modelização* nos textos Q2, Q6 e Q10, e ainda, o termo *modelação* no texto C3. Nesse sentido, a compreensão de Modelagem, para Biembengut (2016), consiste basicamente no processo de construção e expressão de modelos e, também, na utilização desses modelos para auxiliar na construção do conhecimento científico. Esta compreensão está apresentada nas passagens no Quadro 4, a seguir.

Quadro 4: Unidades de contexto extraídas dos textos analisados

Referência	Unidades de contexto
F1, 2020, p.167	Com essa perspectiva, desenvolvemos uma adaptação para o Ensino Médio dos Episódios de Modelagem propostos por Heidemann (2015), de modo a introduzir os conceitos da modelagem científica e assim oportunizar aos estudantes de uma escola pública a investigação de relações existentes entre teorias e prática. (grifos nossos)
C1, 2020, p.231	De acordo com essas observações, pode-se inferir que a maneira como modelo e modelagem são pensados pelos professores está intimamente ligada à forma



	como esses conceitos foram ensinados nos seus respectivos cursos de formação. (grifos nossos)
C9, 2017, p. 109	Além disso, a modelagem proporcionou aos alunos o despertar de um lado lúdico e atrativo, demonstrando que pode ser desenvolvida em qualquer nível da educação básica, tal como observado por Rocha et al. (2010), que ressalta resultados semelhantes em trabalho realizado com alunos do ensino médio. (grifos nossos)

Já os demais artigos não apresentam o termo modelagem, mesmo que apresentem a palavra modelo, não atrelam ao processo de MC evidentemente, embora ambos os termos sejam interligados. Assim, os textos atrelam-na a outras perspectivas teórico-metodológicas, como a resolução de problemas, utilização de tecnologias, atividades experimentais e confecção de modelos, as quais podem fazer parte das etapas da MC.

Outrossim, analisando a unidade de registro “conclusões” dos artigos, evidenciou-se que as pesquisas enfatizam as potencialidades da utilização de modelos em sala de aula como facilitadores e/ou auxiliares do conhecimento, ou ainda que favorecem o interesse dos alunos, instigando-os a aprender e construir conhecimentos científicos, como se apresenta nas passagens no Quadro 5, a seguir.


Quadro 5: Unidades de contexto extraídas dos textos analisados

Referência	Unidades de contexto
C2, 2013, p.26	Logo, a análise da atividade final do MDA (Modelo Didático Analógico) permite perceber que a utilização deste modelo nas aulas de ciências analisadas favoreceu a participação e o interesse dos alunos. (grifos nossos)
B4, 2021, p.46	Também, durante os momentos da aplicação da sequência, percebemos uma participação ativa dos estudantes , destacamos os momentos da construção dos modelos didáticos e a proposta de simulações transfusionais. Esses recursos possibilitam maior aproximação e sinergia entre a prática e a teoria, visto que os estudantes puderam manipular “diretamente” os conteúdos explanados e permitiram compreender melhor os conteúdos . (grifos nossos)
F3, 2014, p. 121	[...] haciendo consideraciones sobre la posibilidad o no de generalizar ciertos comportamientos en el marco de experiencias de laboratorio, la razonabilidad de considerar los modelos como simplificaciones de la realidad , también requieren cuestionar el papel que en grados anteriores se le ha dado a la construcción de modelos desde las matemáticas. (grifos nossos)
Q2, 2019, p.226	A utilização de simulações computacionais pode colaborar para a visualização de modelos de entidades submicroscópicas e, portanto, representa um recurso facilitador da elaboração conceitual e do desenvolvimento da capacidade de representação dos estudantes. (grifos nossos)

Outro ponto a se destacar brevemente, diz respeito ao desenvolvimento de pré-testes e pós-testes na maioria dos textos analisados, tendo a finalidade de conhecer as compreensões dos alunos a respeito dos conceitos que serão trabalhados durante as aulas, e posteriormente para identificar se os objetivos da aula foram alcançados e se houveram, ou não, mudanças conceituais por parte dos alunos, assim como, um olhar para as dificuldades dos alunos em determinados assuntos. Esse aspecto demonstra o cuidado do professor em compreender o desenvolvimento do conhecimento dos alunos, a fim de auxiliá-los e avaliar sua própria prática em sala de aula.

Por fim, entende-se que a confecção de modelos para o Ensino de Ciências e Matemática tende a qualificar os processos de ensino e de aprendizagem, pois tais processos apresentam como principal desafio a conceitualização de entidades submicroscópicas, sendo que os modelos tendem a facilitar esse aspecto. Portanto, a construção de modelos mobiliza os alunos para pensarem sobre essas representações, ao passo que elaboram e transformam conhecimento durante o processo de MC.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar o sentido atribuído à palavra modelo nos textos reconhecemos que está atrelado ao senso de representação, mesmo havendo ampliação em sua semântica atualmente, sendo visto como mecanismo que gera conhecimento científico, ou seja, um artefato epistêmico. Ainda, foi possível classificar os modelos de representação, ampliando as análises e podendo evidenciar que a tipologia de modelo concreto está mais amplamente descrita nos textos, sendo classificada pelo uso de materiais de fácil acesso (palitos de dente, bolinhas de isopor, massinhas de modelar etc) para a construção de modelos físicos de entidades submicroscópicas, que tendem a facilitar o contato do aluno com o objeto de estudo.

Por fim, podemos identificar as potencialidades do uso de modelos para os processos de ensino e de aprendizagem de Ciências, sendo visto como um recurso facilitador, tanto para o professor quanto para o aluno, além de que os textos evidenciam a participação e interesse dos alunos perante a utilização de modelos em sala de aula, instigando a curiosidade e favorecendo a reconstrução do conhecimento científico.

REFERÊNCIAS

- BARDIN, L. Análise de conteúdo. **Lisboa: edições**, v. 70, p. 225, 1977.
- BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem na educação matemática e na ciência**. Editora Livraria da Física. São Paulo. 2016. p. 25-157.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. 2018.
- FREIRE, P. Pedagogia da Autonomia: saberes necessários para a prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- GILBERT, J.; JUSTI, R. **Modelling-based Teaching in Science Education**. Basel, Switzerland: Springer International Publishing, 2016.
- JUSTI, R. La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, p. 173-184, 2006. Disponível em: <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/22332/02124521v24n2p173.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 18 de mai. 2023.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. E.P.U Grupo Editorial Nacional. 2. ed. São Paulo. 2013.
- SANTOS, M. A. R. **Compreendendo Visões de Estudantes sobre Ciências e suas Relações com o Ensino Fundamentado em Modelagem em Contextos**



Cotidiano, Científico e Sociocientífico. 2019. 263f. Dissertação (Mestre em Educação) Programa de Pós-Graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão Social, Belo Horizonte, 2019. Disponível em:
https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-BBLJX2/1/disserta_o_monique_santos.pdf. Acesso em: 10 de jun. 2023.