



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

SHYRLANA SOUZA PÔRTO

**MODELOS, MODELAGENS E ANALOGIAS: UMA REVISÃO DA
LITERATURA EM CINCO PERIÓDICOS NO PERÍODO DE 2007 A
2020**

Recife
2021

SHYRLANA SOUZA PÔRTO

**MODELOS, MODELAGENS E ANALOGIAS: UMA REVISÃO DA
LITERATURA EM CINCO PERIÓDICOS NO PERÍODO DE 2007 A
2020**

Monografia apresentada a Coordenação do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Licenciada em Química.

Orientadora: Prof^a. Dra. Analice de Almeida Lima

Recife

2021

Dados Internacionais de Catalogação na
Publicação Universidade Federal Rural de
Pernambuco Sistema Integrado de
Bibliotecas

Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos
pelo(a) autor(a)

S562m Porto, Shyrlana Souza
MODELOS, MODELAGENS E ANALOGIAS: UMA REVISÃO DA LITERATURA
EM CINCO PERÍODICOS NO PERÍODO DE 2007 A 2020 / Shyrlana Souza Porto. -
2021.

74 f. : il.

Orientadora: Analice de
Almeida Lima. Inclui
referências e apêndice(s).

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de
Pernambuco, Licenciatura em Química, Recife, 2022.

1. Modelo. 2. Modelagem. 3. Analogia. 4. Ensino de Ciências. 5. Revisão da Literatura. I.
Lima, Analice de Almeida, orient. II. Título

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

FOLHA DE APROVAÇÃO
SHYRLANA SOUZA PÔRTO

**MODELOS, MODELAGENS E ANALOGIAS: UMA REVISÃO DA
LITERATURA EM CINCO PERIÓDICOS NO PERÍODO DE 2007 A
2020**

Aprovado em: 09 de Dezembro de 2021.

Banca Examinadora

Prof^a Dra. Analice de Almeida Lima – Orientadora
Universidade Federal Rural de Pernambuco/ Departamento de Educação

Prof^a Dra. Suely Alves da Silva – 1^o avaliador (a)
Universidade Federal Rural de Pernambuco/ Departamento de Educação

Prof^a Dra. Ruth do Nascimento Firme – 2^o avaliador (a)
Universidade Federal Rural de Pernambuco/ Departamento de Química

A minha mãe Suzana Pôrto e ao meu Pai Amauray Pôrto por terem desde cedo me incentivado a estudar e a nunca desistir dos meus sonhos.

A minha irmã Amaurayany Vitória pela sua graciosidade e por sempre acreditar em mim.

Ao meu esposo Cassio Pinheiro pela força e pelo seu espírito motivador que faz toda a diferença na minha vida.

Amo muito vocês.

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus que em todos os momentos está comigo me protegendo e me dando saúde, capacidade, fé, paz e tudo que eu preciso para que esse momento inesquecível fosse possível.

A minha orientadora Professora Dra. Analice de Almeida Lima por sua disponibilidade em me orientar e realizar essa tarefa de forma tão objetiva e maravilhosa. Muito obrigada Professora!

Ao meu amado esposo Cassio Pinheiro da Paixão pelo zelo, compreensão, conselhos e por tantas vezes ter me buscado na parada quase meia noite na volta da Rural.

Aos meus queridos pais, Amauray Porto da Silva e Suzana Maria Souza Porto pelo cuidado, pelas orações e por serem sempre os primeiros a torcerem por mim.

A minha maravilhosa irmã Amaurayany Vitória Souza Porto por tantas conversas inspiradoras e por ser essa pessoa tão especial na minha vida.

A minha gestora Melânia Cavalcante Paz pela sua generosidade e por ter disponibilizado alguns dias de férias/folgas para que eu finalizasse minha monografia, sem eles não seria possível concluir nesse momento.

A meus amigos que em tantos momentos estiveram comigo na jornada acadêmica Patrícia Melo, André Freitas, Eugênio Viana, Josafá Miguel, Meydja Francielle, Juscelino Reis, Mariana Amorim entre outros que tive o privilégio de conhecer e conviver.

A todos os professores e funcionários da Universidade que contribuíram de algum modo para a minha formação. Gratidão.

Não poderia esquecer as Tias da tapioca e ao RU por tantas noites terem contribuído com a minha alimentação para que eu tivesse condições de assistir as aulas após um dia intenso de trabalho.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco por me acolher tão bem desde o primeiro dia de aula e proporcionar a minha formação. A Ruralinda sempre fará parte da minha história!

"Nem olhos viram, nem ouvidos ouviram o
que Deus preparou para nós. Um futuro
certo, cheio de esperança e paz."

(I Coríntios 2:9)

RESUMO

Modelos, modelagens e analogias: uma revisão da literatura em cinco periódicos no período de 2007 a 2020 visa trazer um levantamento bibliográfico em importantes periódicos brasileiros nesse recorte temporal. São eles: Ciência e Educação (Bauru), Experiências em Ensino de Ciências, Investigações em Ensino de Ciências, Revista Brasileira de Educação e Revista Debates em Ensino de Química, todos com a classificação Qualis CAPES A ou B, a fim de analisar as tendências, na literatura, relacionadas a modelos, modelagens e analogias no ensino de Ciências. Para o alcance dos objetivos, foram buscados no campo de pesquisa de cada revista e selecionados os artigos que abordavam os temas do trabalho aqui apresentado. Foi realizada a leitura dos textos e triagem dos assuntos que estavam na perspectiva desta pesquisa e ao final foram 70 artigos que estavam em consonância com esta proposta. Em relação ao primeiro objetivo, foram estabelecidas categorias a fim de realizar a análise e discussão. Para o segundo objetivos, foram lidos os artigos e agrupados conforme semelhança dos assuntos abordados. A partir dos resultados obtidos foi possível avaliar que nesses 13 anos analisados existe um número considerável de artigos nas revistas escolhidas, o que mostra que a pesquisa na linha de modelos, modelagens e analogias está sendo desenvolvida, apresentando um pequeno pico no ano de 2011 e se intensificando mais a partir do ano de 2016. Ao compilar os artigos analisados, foi observado que eles apresentaram tendências para o tema modelos, com 65,3%, seguidos do tema analogias com 20% e modelagens, com 14,7% dos trabalhos avaliados. Foi observado um grande destaque na abordagem voltada para a pesquisa de campo, realizada em escolas e universidades, por exemplo, nas pesquisas sob a perspectiva do aluno e em relação aos conteúdos de química abordados, Modelos Atômicos, Geometria Molecular, Cinética Química, Isomeria e Solubilidade. As pesquisas relacionadas à modelagem precisam chegar à sala de aula, bem como os estudos voltados a outras estratégias didáticas de ensino também. São muitos trabalhos de pesquisadores que se dispuseram, estudaram, aplicaram e publicaram, mas de alguma forma esse conhecimento enfrenta obstáculos para chegar à realidade dos alunos.

Palavras-chave: Modelo. Modelagem. Analogia. Ensino de Ciências. Revisão da Literatura.

ABSTRACT

Models, models and analogies: a literature review in five journals from 2007 to 2020 aims to provide a bibliographic survey in important Brazilian journals in this time frame. They are: Science and Education (Bauru), Experiences in Science Teaching, Investigations in Science Teaching, Brazilian Journal of Education and Magazine Debates in Chemistry Teaching, all classified as Qualis CAPES A or B, in order to analyze trends, in the literature, related to models, models and analogies in Science teaching. To achieve the objectives, the research field of each journal was searched and articles that addressed the themes of the work presented here were selected. The reading of the texts and screening of the subjects that were in the perspective of this research were carried out, and in the end there were 70 articles that were in line with this proposal. Regarding the first objective, categories were established in order to carry out the analysis and discussion. For the second objective, the articles were read and grouped according to the similarity of the topics covered. From the results obtained, it was possible to assess that in these 13 years analyzed there is a considerable number of articles in the chosen magazines, which shows that research in the line of models, models and analogies is being developed, with a small peak in 2011 and intensifying more from the year 2016. When compiling the analyzed articles, it was observed that they presented trends for the theme models, with 65.3%, followed by the theme analogies with 20% and modeling, with 14.7% of the works evaluated. A great emphasis was observed in the field research approach, carried out in schools and universities, for example, in research from the student's perspective and in relation to the chemistry contents covered, Atomic Models, Molecular Geometry, Chemical Kinetics, Isomerism and Solubility. Modeling-related research needs to reach the classroom, as well as studies aimed at other didactic teaching strategies as well. There are many works by researchers who were willing, studied, applied and published, but somehow this knowledge faces obstacles to reaching the students' reality.

Keywords: Model. Modeling. Analogy. Science teaching. Literature review.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 -	Diagrama Modelo Modelagem.....	26
Figura 2 -	Diagrama Modelo de Modelagem v.2.....	27
Figura 3 -	Representação do processo de Modelagem Analógica.....	37

LISTAS DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Distribuição das Revistas por Ano.....	44
Gráfico 2 -	Tema dos Artigos – Geral.....	45
Gráfico 3 -	Tema dos Artigos – Específico.....	46
Gráfico 4 -	Tipo da Pesquisa.....	46
Gráfico 5 -	Pesquisa de Campo.....	47
Gráfico 6 -	Pesquisa Teórica.....	48
Gráfico 7 -	Sujeitos da Pesquisa.....	49
Gráfico 8 -	Disciplina.....	50
Gráfico 9 -	Aporte Social.....	51
Gráfico 10 -	Revistas Analisadas.....	52
Gráfico 11 -	Conteúdos Abordados.....	53

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
Objetivo Geral.....	13
Objetivos Epecíficos.....	13
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
1.1 Uma explanação sobre modelos mentais e modelos numa perspectiva didática.....	15
1.2 Modelagem: um processo de construção de modelos.....	25
1.3 As Analogias e suas características.....	30
2 METODOLOGIA.....	40
2.1 Considerações iniciais.....	40
2.2 Periódicos selecionados.....	40
2.3 Critérios para seleção dos artigos.....	41
2.4 Análise dos dados.....	42
2.4.1 Definição de categorias para o primeiro objetivo específico.....	42
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
3.1 Detalhando as produções de cada revista.....	45
3.2 Identificação dos conteúdos abordados da disciplina de química.....	52
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
REFERÊNCIAS.....	57
APÊNDICE A – Quadro 1 - Artigos relacionados a modelos, modelagens e analogias classificados de acordo com cada categoria.....	60

INTRODUÇÃO

Trazemos neste trabalho um levantamento bibliográfico e uma análise minuciosa do que se vem produzindo em importantes periódicos brasileiros sobre **modelos, modelagens e analogias** no ensino de ciências. Estes temas buscam trabalhar uma proposta de ensino mais próximo às concepções dos alunos, procurando se distanciar da ideia mecânica de aprender ciências. Para que esta pesquisa ficasse mais robusta, trazemos os artigos que não só abordassem os temas de modelos, modelagens e analogias de forma direta, mas também os estudos que utilizassem estes temas como uma forma de chegar ao seu objetivo, ou seja, os trabalhos que de alguma forma abrangeram o tema indiretamente, porém necessários para seus resultados.

De forma sucinta, pois o aprofundamento desses conceitos será explorado na fundamentação teórica, os modelos são uma forma de representar algum fenômeno, ou seja, uma imagem, associação ou ideia que irá simbolizar determinado aspecto da realidade que é difícil de ser compreendido se explicado de forma puramente teórica (LIMA, 2007).

Quando se fala de modelagem, nos referimos ao processo de construção dos modelos que, além disso, abrange a validação e a utilização desses modelos (JUSTI, 2015). Porém, durante essa elaboração, podem ser encontradas algumas limitações que são elucidadas por meio da utilização de analogias (LIMA, 2007).

Segundo Ferry e Nagem (2008) as analogias são utilizadas para ajudar a explicar um conceito ou modelo científico. Por meio de uma comparação do conteúdo que se quer explicar com um objeto ou fenômeno semelhante, o conceito se torna mais acessível ao aluno através desse *link* realizado entre ambos. É uma estratégia que aproxima o conteúdo científico à realidade do aluno por meio de uma comparação.

A escolha dessa temática de alguma forma se originou muito antes do início da graduação em Licenciatura Plena em Química. Ao deparar-me com as primeiras aulas de química na educação básica, observei que a disciplina foi rapidamente definida como difícil. Notava que os demais estudantes apresentavam pouco ou nenhum interesse e apesar do esforço do professor em chamar atenção, suas práticas em sala de aula não despertavam motivação nos alunos.

Hoje entendemos que ele não demonstrava ter o conhecimento de estratégias metodológicas inovadoras e se as tinha, infelizmente não as colocava em prática. Contudo, no ensino médio meu despertar para a química se deu por meio de uma analogia. O professor estava abordando o assunto solubilidade, e comparou o processo de diluição de um soluto em um solvente para deixar a solução menos concentrada com o acréscimo de água em um suco que está muito “grosso”. Naquele momento, ocorreu uma aproximação das concepções prévias do que tinha com o conceito químico por meio de uma analogia e tudo fez sentido.

Outro ponto que trouxe a motivação para esse estudo foi devido à abordagem de modelos, modelagens e analogias não ter sido realizada de forma expressiva durante a graduação, porém não posso negar que em diversas disciplinas da área de educação, é copiosamente discutida a importância do processo de ensino-aprendizagem a partir da utilização da contextualização em sala de aula, sobre tornar a disciplina de química mais interessante para os alunos e trazer o conhecimento científico para a realidade do estudante através de uma abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), como também construir o conhecimento junto com os alunos e não de apenas “passar” o assunto como é bastante observado em aulas do modelo tradicional de ensino, porém pouco é salientado o ensino por meio das estratégias propostas neste trabalho durante a formação inicial.

Com essas observações feitas desde o ensino fundamental, médio e graduação, ocorreu o interesse ao me deparar com a possibilidade de me aprofundar nesse tema durante a construção da monografia e contribuir para o processo de ensino-aprendizagem com o estudo de metodologias significativas para a educação.

É importante salientar que durante a busca dos artigos nas revistas científicas para este estudo, foi um tanto auspicioso observar que existem diversas pesquisas científicas, não só nesses, mas concomitantemente em outros ramos de abordagem, que também visam trazer contribuições relevantes para o ensino de ciências, propondo estratégias que objetivam facilitar de alguma forma o processo de ensino-aprendizagem. Tem-se, por exemplo, trabalhos que explanam estratégias didáticas como resolução de problemas, abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) ou CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), ensino por investigação, experimentação, argumentação, debates, entrevistas, interdisciplinaridade,

contextualização, sequencia didática, tecnologias no ensino, métodos colaborativos, ensino através do lúdico, jogos didáticos, teatro, música (paródias, cordéis), oficinas, espaços não formais de educação, histórias em quadrinhos, desenhos animados, séries (Breaking Bad), teoria da aprendizagem significativa entre outros.

Considerando que há uma revisão da literatura da Revista Didática Sistêmica, realizada por Thalita Quinto e Laércio Ferracioli, em que abordam o tema “Modelos e modelagem no contexto do ensino de ciências no Brasil: Uma revisão de literatura de 1996-2006”, esta revisão bibliográfica contempla os anos de 2007 a 2020 como uma forma de continuar a análise iniciada pelos autores mencionados, porém abrangendo não só modelos e modelagens, mas também o conteúdo de analogias.

Com a proposta deste trabalho, procuramos trazer uma contribuição para o ensino no que diz respeito ao estudo de métodos didáticos que auxiliem no processo de ensino-aprendizagem das disciplinas de ciências e em especial a química, por meio do estudo de modelos, modelagens e analogias.

Diante das questões expostas anteriormente, elencamos como problema de pesquisa: Quais as tendências, na literatura, relacionadas a modelos, modelagens e analogias no ensino de Ciências em cinco periódicos nacionais no período de 2007 a 2020?

Indicamos os objetivos dessa investigação.

Objetivo Geral

Analisar as tendências, na literatura, relacionadas a modelos, modelagens e analogias no ensino de Ciências em cinco periódicos nacionais no período de 2007 a 2020.

Objetivos Específicos

- Discutir as produções relativas a modelos, modelagens e analogias no ensino de Ciências;
- Identificar os principais temas ou conceitos químicos investigados nas pesquisas no ensino de Química sobre modelos, modelagens e analogias.

No primeiro capítulo deste trabalho será apresentada a fundamentação teórica que irá abordar os modelos, as modelagens e analogias, bem como suas

características mediante uma perspectiva didática. Em seguida, no capítulo dois, será abordada a metodologia, ou seja, que estratégias foram planejadas para este trabalho alcançar os objetivos já citados, em que serão detalhados os periódicos selecionados, os critérios para seleção dos artigos, e como será feita a análise dos dados (por meio de definições de categorias). Nos resultados e discussão, contidos no capítulo três, serão expostos os dados encontrados nas categorias definidas para a realização da pesquisa. No quarto e último capítulo, serão feitas as considerações finais.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste tópico serão abordados modelos (por meio de uma explanação histórica dos modelos mentais que precederam e ainda fazem parte dos modelos na perspectiva didática que se tem hoje), em seguida a modelagem e suas contribuições para a construção dos modelos e por fim as analogias como uma peça fundamental para auxiliar e complementar as limitações existentes nos modelos.

1.1 UMA EXPLANAÇÃO SOBRE MODELOS MENTAIS E MODELOS NUMA PERSPECTIVA DIDÁTICA

Moreira (1996) traz um histórico de duas linhas de pesquisa que antecederam a teoria dos modelos mentais proposta por Johnson-Laird (1983). Já se acreditava que a forma que o ser humano captava as informações e as codificava em seu cérebro para o aprendizado era por meio das representações mentais. Porém, existiam duas vertentes que dividiam opiniões entre os psicólogos da época. Em um lado existiam os defensores das representações analógicas (coletivas) e adversariamente, existiam os que acreditavam nas representações proposicionais (pessoais).

Johnson-Laird por sua vez foi além dessa dualidade de ideias desprendidas e propôs a teoria dos modelos mentais utilizando-se essas duas linhas de pesquisa, pois acreditava que para ocorrer as representações mentais, seria necessário tanto as representações analógicas, que utilizam as imagens como uma forma de criar uma relação entre o mundo externo e o interno, quanto as representações proposicionais que são geradas a partir de uma linguagem da mente, que para ele eram “verbalmente expressáveis” (MOREIRA, 1996).

Ainda, segundo Moreira (1996), as imagens e modelos mentais são as representações mais sofisticadas necessárias para que haja a compreensão humana, já a representação proposicional que se dá por meio da linguagem mental

(denominada pela época como “mentalês”), codifica em um nível mais inicial do raciocínio, de acordo com Johnson-Laird:

Portanto, na perspectiva de Johnson-Laird, representações proposicionais são cadeias de símbolos que correspondem à linguagem natural, modelos mentais são análogos estruturais do mundo e imagens são modelos vistos de um determinado ponto de vista. (JOHNSON-LAIRD 1983, p. 165 *apud* MOREIRA, 1996, p. 195).

Uma consideração importante destacada por Moreira (1996) é a diferença entre modelos mentais e modelos conceituais proposta por Norman (1983). Enquanto os modelos mentais são os modelos construídos mentalmente para representar o mundo externo caracterizado por serem funcionais, mas não necessariamente precisos, os modelos conceituais, para Norman (1983), são criados para auxiliar o entendimento de sistemas físicos.

Os modelos conceituais são delineados, projetados, por pessoas que usam modelos mentais, para facilitar a compreensão de sistemas físicos por parte de outras pessoas que também utilizam modelos mentais. No ensino, o professor ensina modelos conceituais e espera que o aprendiz construa modelos mentais consistentes com esses modelos conceituais que, por sua vez, devem ser consistentes com os sistemas físicos modelados. Os modelos conceituais são, portanto, instrumentais, meios não fins. O objetivo do ensino é, através de modelos conceituais, levar o aprendiz a formar modelos mentais adequados (i.e., consistentes com os próprios modelos conceituais) de sistemas físicos. Quer dizer, a mente humana opera só com modelos mentais, mas modelos conceituais podem ajudar na construção de modelos mentais que explicam e predizem consistentemente com o conhecimento aceito em uma certa área. (MOREIRA 1996, p. 201).

Mediante as ideias de modelos mentais defendidas por Johnson-Laird, podemos trazer essas contribuições da psicologia cognitiva para o ensino de ciências de forma a compreender como funciona a mente do estudante durante o processo aprendizagem do conhecimento científico e utilizá-las como estratégias no ensino.

Duit e Glynn (1996, *apud* KRAPAS *et al*, 1997) discutem que diversos pesquisadores da área de educação em ciências trabalham o tema modelos mentais, porém eles observaram que todos os autores apresentam a mesma essência conceitual do tema (o objeto ou algo representado pode ser substituído ou ter seu lugar ocupado pelo modelo). Outro ponto salientado por Duit e Glynn é a importância de utilizar analogias durante a construção dos modelos mentais, levando-se em consideração a relação entre dois domínios (alvo e fonte), onde as analogias fariam uma ligação de forma gerar uma ponte entre ambos.

Semelhantemente Moreira (1996), bem como Duit e Glynn (1996, *apud* Krapas *et al*, 1997) trazem a distinção entre os modelos mentais e os conceituais. Para eles, modelo conceitual é o resultado da modelagem partilhada entre determinado grupo, sendo assim validada e assim como os modelos mentais, concretizada com auxílio das analogias. Esses autores também frisam a necessidade do uso das analogias como uma estratégia didática, porém alertam que seja utilizada de forma cautelosa, mediante as armadilhas que podem gerar durante aprendizado, caso não sejam devidamente abordadas.

Krapas *et al* (1997) exploram a discussão de Boulter e Gilbert (1996) acerca das visões sobre modelos. Esses autores definem duas linhas de pensamento para o estudo de modelos, em que a primeira seria direcionada a aplicação dos modelos numa perspectiva mais teórica e a segunda numa perspectiva conceitual. Na teórica, o modelo teria a função de aproximar a teoria e a metodologia, já na conceitual, o modelo estaria mais associado às representações proposicionais e analógicas, mas que nos dois casos, esse processo de modelagem depende diretamente do uso das analogias.

Greca e Moreira (2002) retratam a atratividade do estudo de modelos para o ensino de ciências, bem como a modelagem como objetivo final e distingue modelos mentais de modelos científicos, porém, apontam uma “vaguidade” devido à falta de uma definição consistente, não só na área de ensino, como também na área que foi originada, a ciência cognitiva, descrevendo alguns autores que ressignificam os modelos Galagovsky e Adúriz-Bravo (2001), Bao e Redish (2001) e Pozo (1999), confirmando essa característica conceitual aberta do tema.

Os autores Greca e Moreira (2002) defendem os modelos mentais como estruturas cognitivas, denominadas “modelos de trabalho” por ter um caráter representativo descartável, porém dinâmico, e funcional, capaz de desenvolver resoluções necessárias. Entendemos agora os três vieses de modelos mentais: o adotado por Greca e Moreira que acabamos de mencionar, os modelos representacionais analógicos e proposicionais, e os “de estruturas mais estáveis da memória de longo prazo, como os *scripts*” (MARKMANN, 1999 *apud* GRECA; MOREIRA, 2002. Grifo do autor).

Diante dessa etapa de reformulação dos modelos, partir do referencial de Johnson-Laird, Greca e Moreira (2002, p. 34) acreditam que:

[...] os modelos mentais gerados pelos estudantes para a explicação e predição de situações físicas concretas e para a compreensão de conceitos físicos dentro do âmbito escolar são determinados tanto pelo conhecimento geral dos estudantes como por certos conceitos ou pressupostos mais fundamentais que funcionariam como núcleos desses modelos mentais.

Para esses autores, os núcleos representam as características não variáveis da estrutura cognitiva e ditariam as semelhanças observadas no conjunto de situações. O aprendizado se daria pelo ciclo de reformulações dos modelos mentais de acordo com os núcleos agrupados, gerando núcleos inéditos, porém ao se deparar com o conhecimento, se o estudante não conseguir elaborar um modelo mental para que possa compreender, esse modelo mental não é construído e a informação se canaliza de forma decorada na memória apenas como uma representação proposicional, isenta de significado.

Esta proposta permite explicar um fato bastante conhecido nas aulas de ciências, que é o rápido esquecimento dos estudantes das ideias ensinadas em aula e aparentemente aprendidas. Os estudantes aprenderiam fórmulas, algoritmos de resolução e definições, não vinculadas a modelos mentais, que seriam mais facilmente esquecidas. Contudo, novamente, neste caso a estrutura do conhecimento geral dos estudantes (representações proposicionais, imagens, núcleos, fórmulas, ...) não aparece claramente definida nem diferenciada assim como tampouco são explicados os mecanismos e relações entre esse conhecimento geral e os modelos mentais. (GRECA; MOREIRA 2002, p. 34).

Vergnaud (1985, *apud* GRECA; MOREIRA, 2002) afirma que as competências e o conhecimento científico estão diretamente ligados à resolução de problemas, à expressão das ideias e à escrita dos estudantes. Vergnaud (1990, *apud* GRECA; MOREIRA, 2002) também traz a definição de campos conceituais, em que acredita ser o local onde o conhecimento é organizado. “Campos conceituais podem ser definidos como grandes conjuntos, informais e heterogêneos, de situações e problemas cuja análise e tratamento requer diversas classes de conceitos, procedimentos e representações simbólicas que se conectam umas com outras” (VERGNAUD, 1990, p. 23 *apud* GRECA; MOREIRA, 2002, p. 35). Vergnaud defende também o conceito de esquemas como sendo o vínculo entre o comportamento diante de uma dada situação e a representação, ou seja, é a forma como se pode interpretar os invariantes operatórios (conhecimento em ação, teoremas em ação) do sujeito.

Greca e Moreira (2002) apontam que além dos modelos mentais os esquemas também são formas de representar o externo e que esses esquemas concebem a memória de longo prazo. Os modelos mentais seriam “mediadoras entre a situação e o conhecimento que o sujeito possui” (2002, p. 43) em que teriam um papel de identificar a mudança dos invariantes do sujeito (conceitos) e elaborar novos esquemas caso surjam novas situações.

A partir desses pressupostos, podemos destacar os modelos mentais como responsáveis por trazer uma ligação entre o meio externo, que se deseja representar, e o interno, seja qual for seu o viés de pensamento, na perspectiva de Greca e Moreira (2002), Johnson-Laird (1983) ou Markmann (1999, *apud* GRECA; MOREIRA, 2002).

Como uma aplicação para a teoria dos modelos mentais, Tauceda e Pino (2010) pesquisam que efeitos da utilização das imagens contidas nos livros didáticos podem contribuir para as representações dos alunos no ensino de biologia, em relação ao conteúdo de DNA. Foi realizada uma pesquisa com quatro turmas do 1º ano do ensino médio em uma escola pública de Porto Alegre, em que apenas duas dessas turmas tiveram suas aulas baseadas no livro didático.

Ao observar as turmas com o emprego de figuras, foi notado que esse formato “nem sempre melhoram a aprendizagem”, ou seja, o uso das imagens do livro didático como base para os modelos mentais foi dificultado, ao contrário do que se esperaria, já que os alunos têm as figuras como uma fórmula pronta, que não sugerem os modelos mentais. Já os alunos submetidos às aulas sem o uso de livros didáticos procuram entender o conteúdo e dar uma explicação, ao invés de apenas reproduzir mentalmente uma figura descontextualizada, sugestiva (TAUCEDA; PINO, 2010).

O resultado dessa pesquisa se assemelha ao que foi discutido inicialmente em relação aos modelos mentais baseados em representações proposicionais, definida por Johnson-Laird de verbalmente expressáveis e as representações analógicas, marcada pelo uso de imagens. Na pesquisa de Tauceda e Pino (2010), foi notado que para o estudo do DNA, as representações realizadas por meio das imagens dos livros didáticos não surtiram o efeito esperado na aprendizagem, em comparação com as turmas que não foram submetidas à utilização das imagens,

provavelmente por nesse caso, os alunos recorrerem inconscientemente às representações proposicionais.

De maneira semelhante, Tauceda, Nunes e Pino (2011) trazem uma reflexão acerca do processo de ensino por meio do livro didático. Os autores destacam que segundo a psicologia cognitiva, os estudantes não aprendem por meio de um arquivamento em série de informações dadas pelos professores, mas sim após representações construídas em sua mente, em que cada assunto vai se “encaixando” até fazer sentido e ir se construindo o conhecimento científico. A pesquisa também visou dar foco as figuras contidas no livro didático e incentivar os alunos a representarem suas ideias através de desenhos, porém, uma parte da turma fazia os desenhos com o uso dos livros didáticos e outra parte sem.

O trabalho foi aplicado em quatro turmas do 1º ano do ensino médio em uma escola pública de Porto Alegre. Os resultados mostraram que o grupo que utilizou o livro didático mostrou representações “não funcionais”, ou seja, esses alunos foram expostos a conceitos acabados e tendenciosos que não despertaram curiosidade de concluir aquela ideia e gerar uma construção de conhecimento. Já os alunos que não utilizaram o livro didático formaram representações concretas que notoriamente foram atreladas as suas concepções prévias e gerando uma aprendizagem aplicável através das representações formadas pelos próprios estudantes (TAUCEDA; NUNES; PINO, 2011).

Já Assai e Freire (2017) expuseram os obstáculos enfrentados pelos alunos de entenderem acerca dos motivos que afetam a velocidade de reação química. Os autores defendem o processo de modelagem como uma forma de envolver os estudantes durante o processo de ensino-aprendizagem, pois ao participarem da elaboração dos modelos, suas ideias são levadas em consideração e a representação mental deles é trabalhada, sem descartar a intervenção do professor, caso os modelos construídos não sejam adequados. A partir desse cenário, foi proposta a elaboração de uma sequência didática baseada em atividades experimentais investigativas e o uso de representações para o conceito de cinética química. Foi observado que a sequência didática baseada em experimentos investigativos e na construção de modelos contribui de forma notória para o aprendizado de cinética química, pois a houve uma grande evolução na

compreensão dos estudantes, comparando-se o resultado dos testes pré e pós pesquisa.

Gibin (2017) também trata em sua pesquisa a importância do uso de modelos para o ensino de soluções. Ao analisar de que forma os alunos de curso de engenharia relacionam representações atômicas moleculares de soluções aquosas com o conteúdo de concentração, concluiu que a maioria dos estudantes (75%) apresentaram dificuldades para distinguir entre solutos e solventes da solução apresentados nas figuras, trazendo um alerta para que as representações (submicroscópicas) sejam mais exploradas no ensino de soluções e completa afirmando que:

A vantagem do uso dessas representações reside em tornar visíveis e manipuláveis os modelos explicativos. Assim, o professor pode explicar os conceitos por meio dessa forma de representação e auxiliar os estudantes a desenvolverem modelos mentais mais acurados sobre os conceitos e/ou fenômenos químicos (GIBIN, 2017, p. 80).

Após a discussão de uma abordagem mais cognitiva (mental), adentramos numa perspectiva mais didática. Nesse sentido, Lima (2007) traz a definição de modelos como uma forma de aproximar um fenômeno, um conceito ou algo a ser solucionado ao aluno por meio da representação. Pelo caráter abstrato do que se pretende representar, o modelo se apresenta como um intermediário entre o conceito a ser aprendido em si e a compreensão.

Os modelos podem ser entendidos como uma forma de representação de um aspecto da realidade com fins descritivos, explicativos, preditivos, permitindo, assim, um aprofundamento do estudo realizado. Por representarem um aspecto da realidade, apresentam limitações, sendo passíveis de mudanças e, no decorrer do processo de construção, fazem uso de analogias de modo a auxiliarem a visualização e compreensão do que se pretende representar (LIMA, 2007, p. 52).

Gilbert, J. (2004, *apud* LIMA, 2007) retrata que os modelos fazem uma ligação entre o conhecimento científico e a realidade de forma a representar o conteúdo de uma maneira simplificada. “Eles podem ser usados para tornar visíveis entidades abstratas; fornecer descrições e/ou simplificações de um fenômeno complexo; ser a base tanto para a explicação científica quanto para predições acerca do fenômeno” (LIMA, 2007, p.55).

Os modelos quando devidamente utilizados em sala de aula, vão de encontro ao formato tradicional de ensino que se dá por meio de explicações puramente

teóricas, distantes da realidade vivida pelos estudantes e de conteúdos abordados sem uma relação que faça sentido. Quando os professores se preocupam em estar presentes no desenvolvimento cognitivo que ocorre na mente de seus alunos durante suas explicações, ou durante a aplicação de uma atividade, o processo de ensino-aprendizagem se dá de maneira mais natural e fluida.

Para a ciência, “modelos são representações parciais de entidades (objetos, eventos, processos ou ideias) elaborados com um objetivo específico” (GILBERT; BOULTER; ELMER, 2000, *apud* MOZZER; JUSTI 2015, p. 127) e que constituem similaridade com essas “entidades” (GIERE, 1988 *apud* MOZZER; JUSTI 2015).

Justi e Gilbert (2000 *apud* LIMA, 2007) trazem subdivisões para o tema modelos, definindo:

- Modelo: representação de algo a ser compreendido através de uma atividade mental.
- Modelo mental: representação pessoal (interna) que pode ser originada tanto de forma individual, como coletiva, porém se mantém íntima (inalcançável pelos demais indivíduos).
- Modelo expresso: a partir do momento que a ideia formulada é exposta através de alguma forma de expressão (gestos, fala...).
- Modelo consensual: apresenta uma validação de um grupo social específico.
- Modelo científico: está de acordo com o consenso de uma comunidade científica.
- Modelo histórico: é um modelo científico definido a partir de um recorte temporal, mas que posteriormente foi ultrapassado e ficou aquém da ciência.
- Modelos curriculares: simplificações dos modelos científicos.
- Modelos didáticos, pedagógicos ou de ensino: seriam os mecanismos utilizados de forma direta para ajudar o aluno a aprender (imagens, esquemas, gráficos, analogias...).

Nesse contexto, os modelos didáticos, pedagógicos ou de ensino aparecem como uma forma mais destacada quando se fala da proximidade com o aluno. Como já mencionou Justi e Gilbert (2000, *apud* LIMA, 2007, p. 32):

[...] modelo didático seria elaborado para ensinar aos estudantes os modelos científicos. Esse tipo de modelo seria utilizado pelo professor como uma forma de mediação entre os modelos construídos pelos estudantes, quando tentam compreender determinado fenômeno químico, e o modelo aceito pela comunidade científica.

Diante do que discutimos, os modelos didáticos fazem uma ponte entre os modelos dos alunos e os modelos científicos, como uma forma de auxiliar os alunos a entenderem, com o cuidado de não perder a essência e os significados. (LIMA, 2007). Os modelos didáticos são mediadores entre a linguagem mais complexa da ciência e a mais simples que os estudantes compreendem.

Para concluir essa pequena discussão, outro ponto amplamente explanado por Lima (2007) é em relação aos saberes do professor. É explicado que é preciso que haja uma preocupação em abordar tanto as questões teóricas (conteúdos em si) quanto as concernentes à metodologia (forma de ensinar) durante a formação inicial e continuada dos docentes, para que possam constantemente tomar consciência de suas práticas e reconstruir seus saberes, mesmo após vários anos em exercício.

Voltando para nossa perspectiva de modelos, Gilbert J. (2004 *apud* LIMA, 2007) comenta que os modelos didáticos podem ser manifestados por meio de algumas formas, como:

- Material concreto: utilizam-se objetos físicos para representar algo. Um exemplo seria o modelo pau-bola para representar as moléculas.
- Modo verbal: é marcado pelo uso de analogias e metáforas durante a construção.
- Modo simbólico: utilizam-se símbolos, fórmulas e equações.
- Modo visual: caracteriza-se pela utilização de imagens, figuras, animações, gráficos, entre outros.
- Modo gestual: a representação se dá através de gestos, utilização do corpo.

Como exemplo de aplicação dos modelos didáticos, Kunz *et al* (2017) propuseram a utilização de quatro modelos didáticos com enfoque no aluno para auxiliar na construção de conhecimento do conteúdo de células e tecidos. Os modelos didáticos foram: estrutura macroscópica do osso; osso em movimento: compacto e esponjoso; células do tecido ósseo; quebra-cabeça do tecido ósseo. A pesquisa foi realizada com 17 professores do Paraná durante um curso de formação continuada. Os resultados comprovaram que a estratégia apresentou vantagens relevantes, pois estreitou os laços entre o estudante e o conteúdo, trazendo de volta efeito motivador de interesse pelo assunto, já que dessa forma é apresentado de maneira inovadora, onde os estudantes podem participar da construção do modelo didático.

Alexandre, Mendonça e Mendonça (2017) também investigaram se a elaboração de modelos didáticos afeta positivamente no ensino de ciências. A ideia foi de entregar uma aula tradicional sobre o tema “sistema urinário” e em seguida aplicar o questionário avaliativo. Em uma outra aula, iniciar a elaboração dos modelos com materiais do cotidiano, como borracha, tesoura, cola, velcro e cartolina, e posteriormente aplicar o questionário novamente. Grande parte dos alunos apresentaram melhoras significativas nas respostas do mesmo questionário aplicado, porém após abordagens diferentes do tema (na primeira, a aula tradicional, na segunda, a aula com a construção dos modelos), provando a eficácia de se trabalhar com modelagem durante o ensino para uma aprendizagem significativa.

Já Silva, Teixeira e Pereira (2020) discutem a utilização de modelos didáticos na aula de ciências. Os autores propõem a elaboração de modelos didáticos de *Pediculus humanus capitis* para auxiliar na compreensão da pediculose. Essas estratégias metodológicas basearam-se em desenhos e modelos didáticos tridimensionais que simularam a morfologia e o ciclo de vida do piolho. A atividade foi aplicada em uma escola pública de Minas Gerais. A partir dos resultados obtidos pode-se concluir que a atividade de construção de modelos com materiais do cotidiano, apresentou contribuições fundamentais para o aprendizado de pediculose nos alunos participantes.

Nestes três estudos citados, algumas expressões dos modelos didáticos propostos por Gilbert J. (2004 *apud* LIMA, 2007) foram utilizados durante o processo de modelagem, como os modelos concretos e os modelos visuais, tanto durante a

construção de modelos físicos (estrutura óssea, sistema urinário e modelos tridimensionais), quanto no uso de desenhos, como foi o último caso (pediculose).

Ainda de acordo com essas pesquisas exemplificadas, teve-se todo o processo de planejamento e elaboração dos modelos propostos em sala de aula. Alguns autores como (JUSTI, 2015) denominam esse processo de construção de modelos como modelagem. Abordaremos mais esse tema no próximo tópico.

1.2 MODELAGEM: UM PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE MODELOS

Como já relatamos, modelagem é o processo de construção de modelos e, segundo Justi (2015), essa elaboração deve abranger também a validação e o uso desses modelos, sendo um procedimento marcado pelo dinamismo e inovação que explore a capacidade criativa dos sujeitos que as desenvolvem.

Ferreira e Justi (2008) destacam a importância do estudo sobre o processo de construção de modelos para o avanço da ciência, de forma a comparar esse desenvolvimento com o da própria ciência, quando afirma:

Modelos são, ao mesmo tempo, ferramentas e produtos da ciência. O desenvolvimento do conhecimento sobre modelos implica no desenvolvimento do conhecimento sobre a própria ciência. Assim, o uso de estratégias de ensino que auxiliem o desenvolvimento do conhecimento sobre modelos ajuda a desenvolver o conhecimento tanto sobre determinado conteúdo, quanto sobre o processo de construção do conhecimento científico (FERREIRA; JUSTI, 2008, p.1)

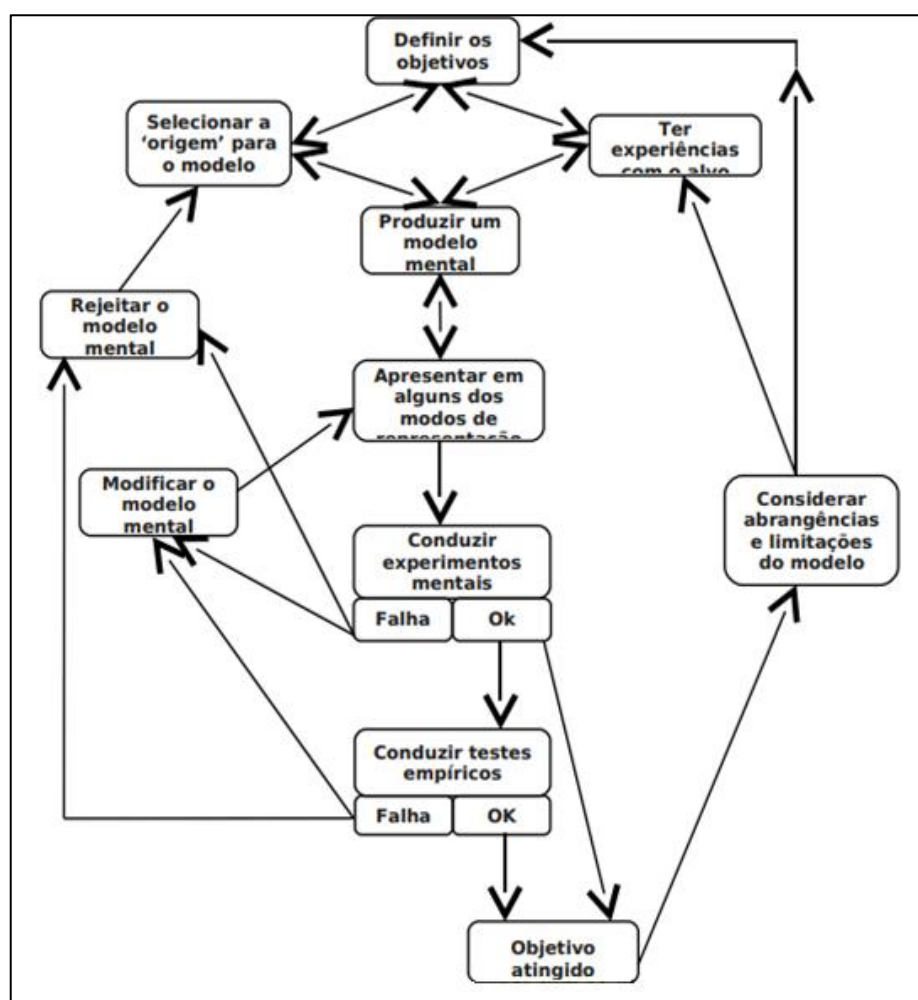
Justi e Gilbert (2002, *apud* SOUZA; JUSTI, 2010) destacam as etapas necessárias para a construção do conhecimento durante o processo de modelagem científica. A princípio é preciso definir o fenômeno a ser estudado. Em seguida, ocorre a elaboração de um modelo mental do conteúdo a ser estudado, se atentando aos detalhes relacionados ao fenômeno sejam teóricos ou empíricos. A construção do modelo se desenvolve por meio das experiências iniciais com o conteúdo e a escolha de uma origem para relacionar uma analogia a ser elaborada. Construído o modelo mental, será definida a forma como será expresso, para que possa, posteriormente, ser testado de forma empírica ou mental.

Justi (2006 *apud* SOUZA; JUSTI, 2010) explica que estes testes podem ser feitos de forma simultânea ou individual, de acordo com os conhecimentos prévios dos sujeitos, com o tipo de modelo e os recursos possíveis. Pelo caráter reiniciável desse processo, há a possibilidade de realizar modificações, caso o modelo não

alcance êxito nos testes. Havendo a aprovação, após atingidos os objetivos propostos inicialmente, o modelo pode ser exposto a um grupo para a sua validação mediante aplicabilidade em contextos diferentes, sendo esse grupo a comunidade científica, quando se fala do âmbito da ciência.

Essas etapas do processo de modelagem estão representadas a partir do esquema denominado Modelo de Modelagem proposto por Justi e Gilbert (2002, p. 371 *apud* SOUZA; JUSTI, 2010, p. 5) e indicado na Figura 1.

Figura 1 - Diagrama Modelo de Modelagem



Fonte: Justi e Gilbert (2002, p. 371).

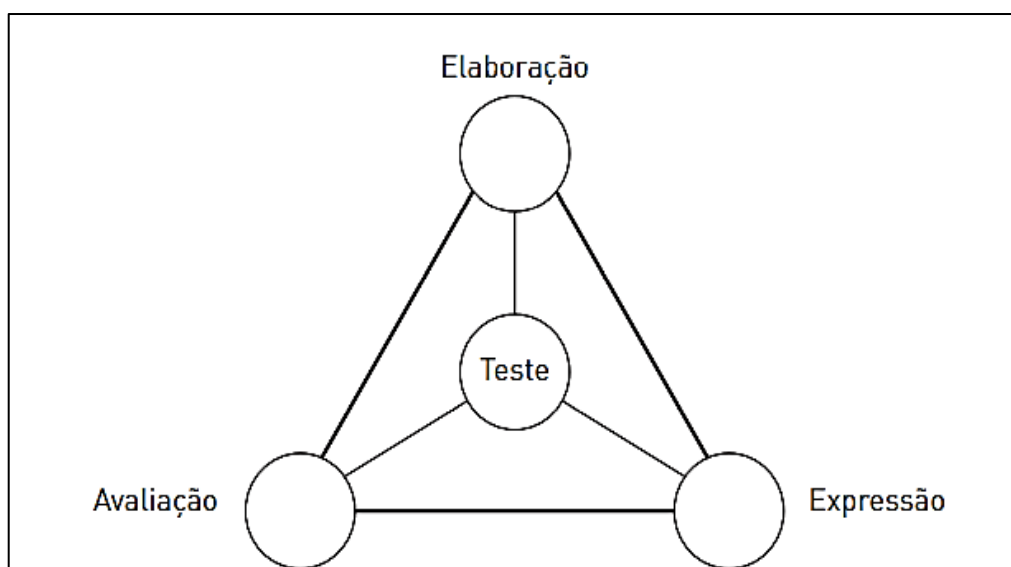
Em sua pesquisa sobre a argumentação e a modelagem no ensino de ciências Justi (2015) também traz algumas etapas importantes sobre o processo de

modelagem de forma mais direta, com base em alguns de seus trabalhos anteriores (JUSTI; GILBERT, 2002; JUSTI, 2006):

- Elaboração do modelo mental: ocorre durante a definição das finalidades do modelo, a obtenção de dados sobre o conteúdo a ser modelado, a definição de uma analogia para basear ao modelo e harmonizar esses dados na perspectiva do modelo.
- Expressão do modelo mental: momento em que o modelo mental é representado, externado e aberto aos demais sujeitos.
- Testes do modelo: se dão por meio do balanço entre a coerência e a finalidade definida, tanto empírica (experencial) quanto mental.
- Avaliação do modelo: detecção das limitações e alcance através de testes em contextos distintos.

JUSTI (2015) retrata ainda que elaborado o modelo mental, as demais etapas não precisam seguir uma ordem, pois podem ocorrer simultaneamente ou uma após outra sem que seja necessária uma determinada sequência. Essas etapas do processo de modelagem também podem ser representadas a partir do Diagrama Modelo de Modelagem proposto por Justi (2010, p. 223 *apud* JUSTI, 2015, p. 39), indicado a seguir na Figura 2:

Figura 2 - Diagrama Modelo de Modelagem v.2



Fonte: Justi (2010, p. 223)

Como um exemplo de aplicação na modelagem em sala de aula, podemos citar Paganini, Justi e Mozzer (2014) que pesquisaram a importância de mediadores

na co-construção do conhecimento de ciências baseada em atividades de modelagem. O trabalho foi aplicado em uma escola tradicional, numa turma de primeiro ano do Ensino Médio. A pesquisa consistia na aplicação de atividades baseadas em modelagem para o ensino de solubilidade fundamentada no diagrama Modelo Modelagem proposto por Justi e Gilbert (2002).

O estudo visava analisar os principais mediadores da construção do conhecimento considerados por Paganini, Justi e Mozzer (2014): o argumento, pois geram discussões que auxiliam na compreensão dos conteúdos; o outro, tanto através do professor que propõe questionamentos direcionados, quanto do próprio estudante, seja através das perguntas não direcionadas, ou na tradução da explicação para outro colega; os modelos, pois a partir do momento que os alunos expressam um modelo mental; os gestos, já que para o estudante é um modo importante de expressar suas ideias e para o professor a possibilidade de entendê-las, a fim de ajudar os alunos na compreensão e direcionar o entendimento para uma base científica. Os mediadores se mostraram ótimos contribuintes durante as atividades de modelagem, ficando claro que as interações sociais são essenciais na construção do conhecimento, pois as ideias (modelos mentais) deixam de ser individuais para se tornarem diálogos coletivos e até concretos através da modelagem (PAGANINI; JUSTI; MOZZER, 2014).

Silva, Dorneles e Heidemann (2020) também realizaram um estudo sobre a aprendizagem significativa a partir de atividades experimentais, tendo como base o processo de modelagem científica no ensino médio. Foram aplicadas duas atividades experimentais dentro da própria sala de aula de Física numa turma de ensino médio de uma escola pública.

A partir da aplicação de atividades baseadas em modelagem científica, observou-se que a proposta de aproximar os conceitos a situações da realidade do aluno, os fizeram despertar o interesse quanto às discussões sugeridas, principalmente pelo fato da aula ser diferenciada, mas quando confrontados com discussões que necessitam de conhecimentos puramente teóricos, eles se comportam ainda resistentes. Apesar desse fato, ficou evidente o quanto os episódios de modelagem ajudam na construção do conhecimento científico e

proporcionam um maior envolvimento dos alunos do ensino médio durante as aulas (SILVA; DORNELES; HEIDEMANN, 2020).

De forma semelhante, Rodrigues (2012) investiga a utilização de modelagens como uma estratégia didática para o ensino de Genética. O trabalho foi desenvolvido em uma turma do 3º ano do Ensino Médio em um colégio de Goiás. Os alunos foram orientados a constituir modelos com materiais cotidianos de fácil acesso relacionado aos conteúdos de “Síntese de proteínas, Duplicação do DNA, Divisão celular e Núcleo celular” e posteriormente realizar uma apresentação em sala de aula.

Os resultados do estudo de Rodrigues (2012) apontam um interesse consideravelmente maior dos alunos se comparados a atividades ditas “tradicionais” que tendem para uma aprendizagem memorística. O fato de elaborarem um modelo estimulou a pesquisa e uma maior motivação. Durante as apresentações, foi observado que os alunos não tinham domínio sobre os assuntos, apesar de tentarem, expressavam repetidamente as dificuldades que estavam enfrentando devido à insegurança, porém muitas dúvidas foram esclarecidas pelos professores que puderam notar e intervir mediante tais concepções incompletas.

Em comparação ao teste realizado antes da atividade, as respostas dos alunos no teste realizado após a atividade não apresentaram aprofundamento conceitual, mas pode-se notar que em alguns aspectos, os estudantes apresentaram uma maior apropriação de termos científicos e bem como uma maior quantidade de acertos nas questões aplicadas, apontando para o sucesso da utilização de modelagens para o ensino de uma aprendizagem significativa. A autora deixa claro que este deve ser um processo contínuo para a construção do conhecimento em sala de aula (RODRIGUES, 2012).

Aproveitando esse ponto destacado por Silva, Dorneles e Heidemann (2020) e por Rodrigues (2012) em relação ao processo de modelagem não ter trazido um aprofundamento conceitual, apesar das contribuições observadas na aprendizagem dos estudantes, salientamos que a modelagem não deve trazer sozinha a encargo de resolver todos os problemas didáticos e fazer com que o aluno aprenda de forma integral e aprofundada, mas sim de auxiliar os discentes por meio da representação e assim da aproximação ao conhecimento científico, onde outras estratégias didáticas podem ser inseridas e assim completar esse ciclo. Segundo Lima (2007, p.

55) “Os modelos, então, não constituem por si sós uma explicação da realidade física. A representação do fenômeno por um modelo não implica, portanto, uma descrição ou explicação, contudo pode ser vista como meio para compreender e conhecer o fenômeno”.

Conforme já havia sido mencionado de forma sucinta, o processo de modelagem possui alguns entraves. Segundo Lima (2007, p. 52):

Por representarem um aspecto da realidade, apresentam limitações, sendo passíveis de mudanças e, no decorrer do processo de construção, fazem uso de analogias de modo a auxiliarem a visualização e compreensão do que se pretende representar.

Dessa forma buscaremos explicar no próximo tópico de que forma as analogias funcionam e podem contribuir para o processo de construção de modelos.

1.3 ANALOGIAS E SUAS CARACTERÍSTICAS

Segundo Duit (1991 *apud* LIMA, 2007 p. 164) “As analogias têm um papel central na construção de modelos e seriam entendidas como comparação de estruturas entre dois domínios diferentes”. As analogias têm o poder de aproximar ainda mais o conhecimento científico (domínio alvo), conteúdo ou assunto a ser abordado à linguagem do aluno representado por meio do familiar (domínio base) por meio da associação de semelhanças, a comparação.

Duarte (2005) traz em seu estudo o significado de analogias por alguns autores como Newby (1987), Glynn (1991), Treagust *et al* (1992) que basicamente definem a analogia como uma identificação de semelhanças, ou comparação entre dois domínios, um conhecido e outro desconhecido.

As analogias têm uma função explicativa, quando colocam conceitos e princípios novos em termos familiares; têm uma função criativa quando estimulam a solução de um problema, a identificação de um problema novo e a generalização de hipóteses. Glynn *et al* (1989, p. 383 *apud* DUARTE, 2005 p. 9).

De acordo com Duit (1991); Newton (2000); Treagust *et al* (1992 *apud* DUARTE, 2005), existem algumas vantagens e desvantagens na utilização de analogias no ensino de ciências:

Vantagens

- Levam à potencialização do raciocínio analógico, organizam a percepção, desenvolvem habilidades cognitivas como a criatividade e a tomada de decisões;
- Auxiliam a compreensão do conhecimento científico, e facilitam a visualização de conceitos abstratos, gerando motivação nos estudantes;
- Constituem um instrumento poderoso no processo de trazer motivação e evolução conceitual.
- Permitem perceber concepções alternativas;
- São um termômetro de avaliação do conhecimento e do entendimento dos estudantes.

Desvantagens

- Interpretação inadequada em relação ao conteúdo, ou aproveitamento de detalhes óbvios ou que não dizem respeito ao objetivo;
- Não há garantia de um raciocínio analógico que interprete a analogia;
- Analogia pode ser mal entendida e não compreendido seu objetivo;
- Os estudantes podem gerar uma expectativa na parte positiva e desconsiderar suas limitações.

Podemos citar como exemplo o estudo de Gomes *et al* (2017) em que sugerem uma atividade didática utilizando a analogia entre as características/funcionamento das células e de um laboratório químico para avaliar os saberes dos alunos em relação às células eucariontes. Os pesquisadores estabeleceram seis grupos funcionais de estudo (núcleo, citoplasma, membrana plasmática, mitocôndria, lisossomos e retículo endoplasmático) e associaram com determinadas características do laboratório de Química (professor, e infraestrutura do laboratório, equipe técnica, fonte de energia, equipe de limpeza, estudantes), respectivamente, seguido da aplicação de questionários.

A atividade foi desenvolvida em uma turma de nível médio de uma escola de Minas Gerais. Foi possível avaliar que a analogia proposta foi bem aceita pelos estudantes e mostrou-se adequada para utilização em sala de aula. Um fator que

contribuiu foi que o domínio base dos alunos, o funcionamento do laboratório, era conhecido por eles, fator esse que deve ser levado em consideração caso essa analogia seja reproduzida em outra escola/turma limitações (GOMES *et al* 2017).

Esta pesquisa de Gomes *et al* (2017) abordou um ponto importante a ser destacado: que o domínio base precisa de fato ser familiar ao aluno, caso não, a analogia não fará sentido. Ramos, Mendonça e Mozzer (2019) observaram como a criação e crítica de analogias pelos próprios estudantes de Química poderiam favorecer o interesse na argumentação e a aprendizagem do modelo atômico de Thomson. Principalmente falta de familiaridade dos estudantes com o análogo, concluíram que esse exercício permitiu o aperfeiçoamento de suas analogias, migrando para características menos simplistas, apontando limitações e exercitando a crítica as analogias que não faziam sentido para eles naquele momento, pois tinham o desafio de comparar com algo que se assemelhasse ao modelo atômico (além do pudim de passas).

Duarte (2005) ainda destaca que foram desenvolvidos alguns modelos de emprego de analogias centradas no professor, mas entre eles, se sobressai o *Modelo de Ensino com Analogias* (Teaching-with-Analogies), onde se abrevia “TWA”, proposto por Glynn (1991). Este modelo abrange algumas fases, entre elas:

- Inicia-se com o conceito alvo;
- Sugestão de uma experiência/ideia como análoga à anterior;
- Identificação das semelhanças entre o conceito alvo e o conceito base;
- Correlacionar as semelhanças entre os domínios;
- Traçar conclusões sobre o conceito alvo;
- Apontar limitações da analogia.

Silva e Terrazzan (2008), por exemplo, trouxeram uma proposta de aplicação de Atividades Didáticas com bases em Analogia (ADA) em sala de aula na disciplina de física numa turma do ensino médio. Os autores abordaram o assunto modelos de Thomson, Rutherford e Bohr que estão dentro do conteúdo de Modelos Atômicos. Para aplicação da ADA, foi seguido o modelo TWA (Teaching with Analogies)

sugerido por Shawn M. Glynn, em seguida por Harrison e Treagust (1993). Depois de revisadas essas etapas, a ADA foi aplicada por três professores, onde uma delas replicou em duas salas de aula. Foi possível concluir que os alunos apresentaram uma melhor compreensão dos conteúdos, através de uma notável evolução em relação ao conhecimento prévio identificado anteriormente à pesquisa. Os autores deixam claro que essa melhora não é um fim, mas sim o início de uma boa compreensão que pode ser aprimorada através do contínuo estímulo da aprendizagem significativa. Para os professores a aplicação da ADA também foi importante para conhecerem de forma mais aprofundada acerca das analogias empregadas e em que pontos os alunos mais necessitam de suas intervenções (SILVA; TERRAZZAN, 2008).

Em relação aos tipos de analogias, Curtis e Reigeluth (1984 *apud* MONTEIRO; JUSTI, 2015) trazem classificações após estudos em livros didáticos de Ciências nos Estados Unidos, onde definem:

- Analogias simples: é realizada uma mera comparação sem que seja exposto o embasamento pelo qual foi fundamentado. É responsabilidade do estudante interpretar.
- Analogias enriquecidas: fica claro para o estudante quais as semelhanças existentes entre os domínios alvo e base, bem como as limitações da analogia e onde não são aplicáveis.
- Analogias estendidas: podem ser definidas pelas múltiplas similaridades tanto em direção do alvo para o análogo, quanto vice-versa. Podem ser simples e enriquecidas ou apenas enriquecidas, contanto que sejam várias.

Bernardino, Rodrigues e Bellini (2013), por exemplo, realizaram uma análise crítica do Livro Didático Público de Química do Estado do Paraná, acerca dos tipos de analogias presentes. Os autores retratam que os assuntos de química que mais apresentam analogias são os de estrutura atômica e ligações químicas, semelhante a outras pesquisas já realizadas anteriormente por Monteiro e Justi (2000) e Francisco Junior (2009). Além de apresentarem essas estatísticas parecidas, as analogias empregadas são basicamente as mesmas, incluindo as ilustrações.

Um ponto citado foi sobre esse ciclo de reutilização das mesmas analogias refletirem nos professores, pois se baseiam nesse material didático para ministrar as aulas. Quantitativamente falando, das 25 analogias encontradas no livro, 22 são simples (88%) e apenas 3 são consideradas enriquecidas (12%). As analogias denominadas simples reforçam a importância do professor como mediador a ultrapassar essas dificuldades frente à simplicidade das analogias contidas no livro (BERNARDINO; RODRIGUES; BELLINI, 2013).

Santos, Terán e Silva-Forsberg (2011) também discutem acerca das analogias presentes no livro didático. Os autores analisaram três livros didáticos de biologia utilizados em turmas do ensino médio nas escolas públicas de Manaus para verificar como está a abordagem das analogias nos assuntos relacionados à zoologia. A classificação das analogias foi realizada através da proposta de Curtis & Reigeluth (1984).

A partir dos resultados obtidos foi observado que de uma forma geral, em todas as categorias propostas por Curtis e Reigeluth (1984), os livros analisados apresentam analogias simples e muitas vezes longe da característica facilitadora para o ensino. Os pesquisadores deixam um alerta para que os autores dos livros didáticos contextualizem a zoologia ao máximo possível com a realidade “regional” dos alunos, e só após isso amplie para outros territórios não conhecidos pelos estudantes (SANTOS, TERÁN e SILVA-FORSBERG, 2011).

Ao se discutir a categoria analogia é essencial destacar que nem toda comparação pode ser considerada uma analogia. Em sua Teoria do Mapeamento Estrutural (Structure-Mapping Theory) Dedre Gentner (GENTNER, 1983; GENTNER; MARKMAN, 1997, *apud* FERRY; PAULA, 2017) aborda algumas características necessárias para as comparações serem consideradas analogias, como:

- Consistência estrutural: subdividida em duas características, sendo a primeira a correspondência necessária entre o domínio base e o domínio alvo, e a segunda é a relação paralela entre os atributos de cada domínio.
- Foco relacional: “as analogias diferem das duas formas já referenciadas de comparação em virtude do foco que nelas se estabelece nas similaridades existentes entre relações estabelecidas no domínio base e outras estabelecidas do domínio alvo” (FERRY; PAULA, 2017, p. 32).

- Sistemática: “uma analogia mapeia, predominantemente, sistemas de relações conectados e governados por relações de ordem superior (relações entre relações), ao invés de predicados isolados constituídos apenas por atributos de elementos” (FERRY; PAULA, 2017, p. 32).

Ferry e Paula (2017) realizaram um mapeamento estrutural de analogias enunciadas em uma aula sobre cinética química. A pesquisa foi aplicada em uma instituição de ensino superior na disciplina Elementos de Físico-química, do curso de Farmácia, durante a aula de cinética química.

Foram realizadas 4 comparações pelo professor durante as aulas, com o objetivo de responder dois questionamentos: quais características nos permitem identificar uma comparação estabelecida por um professor como sendo uma analogia? E: que articulação é estabelecida entre comparações distintas que tratam de um mesmo tema, conceito ou modelo científico? Durante a coleta e análise dos dados obtidos através de gravações de áudio e vídeo, foi observado que a Teoria do Mapeamento Estrutural das comparações proposta por Dedre Gentner (GENTNER, 1983; GENTNER; MARKMAN, 1997) pôde ser perfeitamente empregada como esclarecimento aos questionamentos. Os autores deixaram claro também a contribuição do professor para o sucesso dessa pesquisa, tendo em vista a grande experiência e facilidade de empregar as analogias propostas (FERRY; PAULA 2017).

Outro ponto importante a ser destacado sobre o uso de analogias é em relação a esclarecer para o aluno durante a explicação que aquela abordagem se trata de uma analogia. Almeida e Diniz (2020) em seu estudo sobre o uso de analogias espontâneas pelos professores de ciências concluíram a importância deixar claro ao aluno que a analogia não é o objeto de estudo, para que haja a tomada de consciência naquele momento e o aluno não enfrente um obstáculo epistemológico.

Além das analogias, que destacam as semelhanças existentes entre os diferentes domínios, há também estudos que defendem as contra-analogias. Nesta modalidade, ao invés de serem salientadas as semelhanças, são destacadas as diferenças entre ambos. Ferry e Nagem (2008 e 2009) publicaram alguns estudos sobre uma proposta de comparação em que são evidenciadas as diferenças

afirmando que a comparação precisa ter a possibilidade de ser desconstruída. Baseados nos trabalhos de Bachelard, que foi um dos autores mais renomados no estudo do perigo de utilizar as analogias de forma indiscriminada, os autores denominaram como contra-analogias as comparações baseadas em evidenciar as características distintas entre os dois domínios. Esta não é uma teoria já fundamentada, mas uma proposta que está aberta para estudos e aprimoramentos, com caráter complementar.

Ferry e Nagem (2009) apresentaram um estudo sobre a utilização de contra-analogias no ensino do conteúdo de modelos atômicos. Por meio do denominado júri simulado, que foi basicamente um momento de debates bastante dinâmico entre os alunos, foi proposto que o “júri” expressasse as suas ideias sobre a analogia entre o modelo atômico de Bohr e o sistema solar (ou planetário) através das discussões realizadas em sala de aula. Esta atividade foi desenvolvida em uma turma da 3ª série do ensino médio em uma escola particular de Belo Horizonte. O resultado do júri em relação à analogia entre modelo atômico de Bohr e o sistema solar foi que 40% concordaram, 52% discordaram e 4% “outros”. Os alunos que discordaram da analogia alegaram haver mais diferenças que semelhanças. A partir da aplicação do Júri simulado, foi possível observar que a utilização das contra-analogias pode auxiliar na estratégia de ensino para integrar o uso das analogias, pois algumas no conceito a ser estudado se pode destacar também as características incomuns entre o domínio base e familiar.

Estes estudos de Ferry e Nagem abrem uma possibilidade de estudar não só as analogias estabelecendo características semelhantes, mas utilizando-se o caminho inverso, salientando também as diferenças, a depender das peculiaridades de cada assunto proposto, as demais teorias podem ser aplicadas.

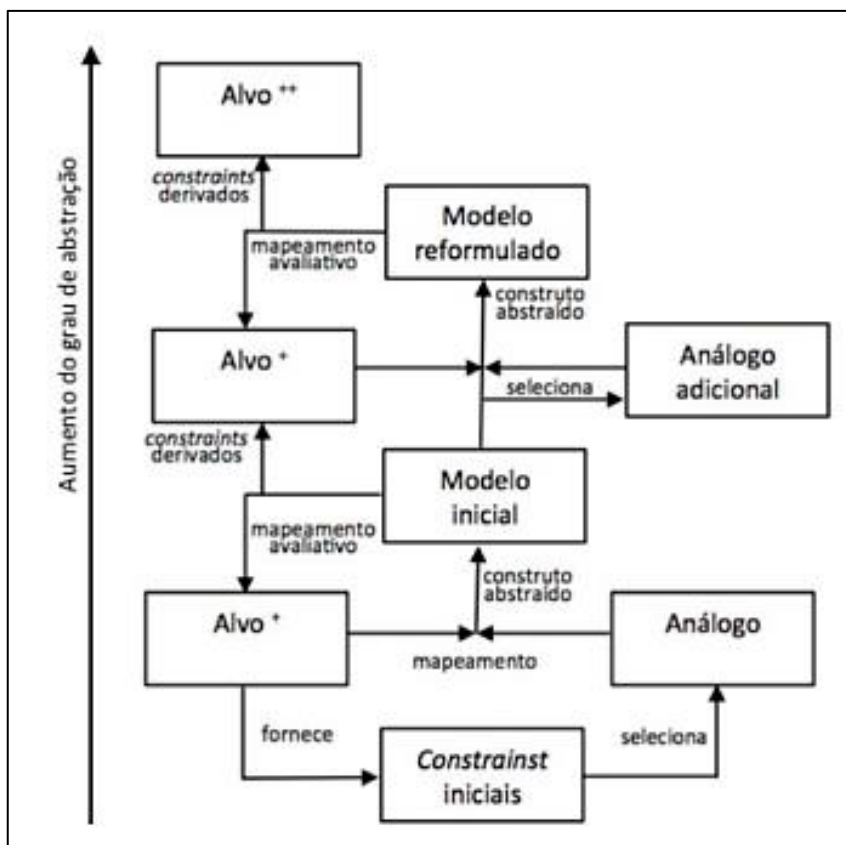
Há também um viés relacionado à modelagem analógica, proposto por Nersessian (2002a, 2008, *apud* MOZZER; JUSTI 2018, p. 5 ou 159), onde defende que é “o processo de elaboração, crítica e reformulação de analogias que pode levar à produção de modelos cada vez mais refinados”.

O processo de modelagem analógica está diretamente ligado ao raciocínio analógico, onde Gentner e Holyoak (1997, *apud* MOZZER; JUSTI, 2018) descreveram as etapas necessárias:

- Acesso: um ou mais análogos precisam ser buscados na mente;
- Mapeamento: um domínio base deve ser mapeado para o domínio alvo, reconhecer relações sistemáticas entre ambos e dispor as partes correspondentes de cada um;
- Inferências: o resultado do mapeamento admite que inferências sobre o domínio alvo sejam realizadas;
- Avaliação: as relações entre os domínios e as inferências sobre o alvo precisam ser avaliadas quanto à validação (é possível realizar modificações, mediante falhas na compreensão);
- Generalização: ampliação das inferências aos casos que possam ser aplicados. Conseqüentemente, novas categorias e esquemas podem ser originados, novas instâncias podem ser acrescentadas à memória e novas compreensões de instâncias e esquemas anteriores podem ocorrer.

O processo de modelagem analógica foi esquematizado por Nersessian (2002a, p. 152 *apud* MOZZER; JUSTI, 2018 p. 160). Tem-se “constraint” como “limitações”, como pode se observar na Figura 3.

Figura 3 – Representação do processo de Modelagem Analógica.



Fonte: Mozzer e Justi (2018, p. 160)

Mozzer e Justi (2018) investigaram a modelagem analógica no ensino de ciências. As autoras propuseram dois temas de investigação: “as etapas para guiar a proposição e o desenvolvimento de atividades de modelagem analógica no ensino de ciências”; e: “como atividades de modelagem analógica propostas com base naquelas etapas podem ter contribuído para que os estudantes de ciências vivenciassem os subprocessos do raciocínio analógico”.

Para responder o primeiro questionamento, foi realizada uma adequação do passo a passo de criação e revisão de modelos e analogias, já conhecidos pela comunidade científica. Já para o segundo, foi realizado um estudo de caso em uma escola particular, numa turma de química do primeiro ano do ensino médio sobre o tema dissolução, por meio de uma sequência de ensino. 36 alunos participaram da coleta de dados. Durante a aplicação das atividades sobre o tema dissolução, foi notado que ao praticarem a modelagem analógica, os alunos apresentam mais facilidade para desenvolver o raciocínio analógico e aperfeiçoaram sua visão microscópica a partir da visualização macroscópica, comparando-se com suas percepções antes da realização da atividade (MOZZER; JUSTI, 2018).

Depois de explanados os modelos, modelagens e analogias, detalharemos no próximo tópico de que forma pretendemos alcançar os objetivos gerais e específicos da nossa pesquisa.

2 METODOLOGIA

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Relembrando o objetivo geral da pesquisa que é “Analisar as tendências, na literatura, relacionadas a modelos, modelagens e analogias no ensino de Ciências em cinco periódicos nacionais no período de 2007 a 2020”, realizamos uma pesquisa bibliográfica utilizando cinco periódicos brasileiros relacionados ao ensino de ciências com esse recorte temporal de 2007 a 2020. Além da abordagem qualitativa do que se tem pesquisado sobre nosso tema, também foram utilizados aspectos quantitativos para o tratamento dos dados.

2.2 PERIÓDICOS SELECIONADOS

Todos os periódicos escolhidos para nosso levantamento bibliográfico apresentam classificação A ou B pela Qualis CAPES na categoria “Educação”. As revistas analisadas foram: *Ciência e Educação (Bauru)*, *Experiências em Ensino de Ciências*, *Investigações em Ensino de Ciências*, *Revista Brasileira de Educação* e *Revista Debates em Ensino de Química*, com as classificações A, B, A, A, B respectivamente. Seguem abaixo mais detalhes das revistas selecionadas para esta pesquisa, a partir das informações dos sites de cada periódicos. Embora outros periódicos se enquadrem nessas classificações, optamos por estes.

Ciência e Educação (Bauru) foi criada e é editada desde 1995, sob os auspícios de um Conselho Editorial composto por professores do Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência da Universidade Estadual Paulista (UNESP), e tornou-se um dos periódicos mais importantes da área de Educação em Ciências e Matemática. A Revista tem como objetivo publicar artigos de pesquisa originais elaborados a partir de resultados de investigações empíricas ou teóricas e ensaios sobre temas relacionados à Educação em Ciências e Matemática.

Desde a publicação de seu primeiro número, em dezembro de 2006, **“Experiências em ensino de Ciências”** tem se consolidado como uma referência entre os professores e pesquisadores da Área de Ensino de Ciências no Brasil, tornando-se um importante veículo de comunicação de pesquisas aplicadas em

situações de ensino-aprendizagem. Atualmente é publicada pelo Grupo de Ensino do Instituto de Física da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Brasil.

Investigações em Ensino de Ciências (IENCI) é uma revista internacional de publicação quadrimestral, indexada, voltada exclusivamente para a pesquisa na área de ensino/aprendizagem de ciências (Física, Química, Biologia ou Ciências Naturais, quando enfocadas de maneira integrada). A revista é patrocinada pelo Instituto de Física – UFRGS da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

A **Revista Brasileira de Educação**, publicada pela ANPEd - Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação, dedica-se à publicação de artigos acadêmico-científicos, fomentando e facilitando o intercâmbio acadêmico no âmbito nacional e internacional. Suas áreas de interesse - educação; educação básica; educação superior e política educacional; movimentos sociais e educação.

A **REDEQUIM - Revista Debates em Ensino de Química** é um periódico científico eletrônico pensado para ampliar as possibilidades de divulgação de trabalhos que se constituam como contribuições originais na área de Ensino de Química e eventualmente áreas correlatas. Recebe patrocínio da Universidade Federal Rural de Pernambuco e Universidade Federal do Paraná.

2.3 CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DOS ARTIGOS

A priori, foram pesquisadas as palavras “modelo (os), modelagem (ns) e analogia (as)” nos campos de pesquisa dos sites de cada revista mencionada. Foram lidos todos os títulos, resumos e palavras-chave destes artigos para seleção dos que estariam relacionados ao objeto de pesquisa. Os artigos que apresentassem um desses três temas foram selecionados e a quantidade total foi de 95 textos. Importante salientar que para esta pesquisa ficar mais robusta, trazemos os artigos que não só abordassem os temas de modelos, modelagens e analogias de forma direta, mas também os estudos que utilizassem estes temas como uma forma de chegar ao seu objetivo, ou seja, os trabalhos que de alguma forma abrangeram o tema indiretamente, contudo necessários para alcançar seus resultados.

Outro ponto a ser destacado foi que ao pesquisar todos os artigos que envolviam modelos, alguns abordavam não só modelos como uma forma de representação para ajudar no aprendizado do aluno, mas também outras

modalidades de modelos voltadas para uma tendência pedagógica, como os modelos educacionais (relacionado às práticas pedagógicas dos professores - modelo tradicional, modelo da redescoberta, modelo tecnicista, modelo construtivista e modelo ciência-tecnologia sociedade – CTS (FERNANDES; NETO, 2012)) e os modelos formativos (relacionado às práticas didáticas do professor (SANTOS JÚNIOR; SILVA, 2017)). Dessa forma, após análise e leitura dos artigos, foram selecionados aqueles que estavam relacionados ao objetivo do nosso estudo, que são modelos na perspectiva de ensino de ciências, numa abordagem cognitiva e não modelo como uma tendência de aprendizagem numa discussão geral da educação. Ao final, 25 artigos foram retirados e a quantidade atualizada foi de 70 trabalhos.

2.4 ANÁLISE DOS DADOS

Para a análise dos dados foram estabelecidas categorias *a posteriori*. Optamos por apresentá-las para cada objetivo específico elencado. Apresentamos no Apêndice A deste trabalho o Quadro 1 que se encontram todos os artigos analisados e suas respectivas categorias de acordo com as classificações estabelecidas.

2.4.1 Definição de categorias para o primeiro objetivo específico

Em relação ao primeiro objetivo específico da nossa pesquisa que foi “Discutir as produções relativas a modelos, modelagens e analogias no ensino de Ciências”, foram realizadas as leituras e análises dos artigos e, em seguida, separados por categorias para que pudéssemos agrupar os de abordagem semelhante e estabelecer uma visualização mais detalhada do cenário observado.

A primeira categoria foi de fato o cerne da pesquisa “Tema dos Artigos”. Os trabalhos foram separados pelos temas “modelos, modelagens ou analogias”. Após a subtração dos artigos que não estavam no foco da nossa pesquisa, conforme citado anteriormente, obtivemos uma nova quantidade, agora atualizada e precisa.

Na categoria “Tipo de Pesquisa” abordamos se o artigo se fundamenta em uma “Pesquisa de Campo” ou uma “Pesquisa Teórica”.

A categoria “Pesquisa de Campo” foi estabelecida caso o estudo tenha sido realizado em uma escola, Universidade, estágio ou curso de formação continuada por meio do contato direto com alunos e professores, em exercício ou em formação, em trabalhos voltados a entrevistar, investigar, aplicar atividades e propor estratégias didáticas inovadoras baseadas em um ou mais dos temas aqui abordados.

Já a categoria “Pesquisa Teórica”, indica se os autores realizaram um Levantamento Bibliográfico em periódicos ou uma Análise no Livro Didático.

A categoria “Sujeitos da Pesquisa” nos mostra qual ponto de vista os autores dos artigos abordavam, se seria na perspectiva do aluno, do professor ou de ambos.

Em relação à categoria “Disciplinas”, nossa pesquisa abordou o estudo de modelagens, modelos e analogias no ensino de Ciências, em que contemplou artigos das disciplinas de Química, Física e Biologia a fim de explorar de maneira mais ampla essa análise. Nessa categoria mostramos quais disciplinas se destacaram na pesquisa desses temas.

A categoria “Aporte Social” se ateve a textos que se preocuparam em abranger temas relacionados alcançar os alunos das camadas mais carentes da sociedade ou que de alguma forma possuem dificuldades que limitem sua aprendizagem. Um exemplo pode ser a “Deficiência Visual”.

A categoria “Revistas Analisadas” nos mostra quais periódicos mais se destacaram em relação ao estudo de modelos, modelagens e analogias no ensino de ciências.

2.5 IDENTIFICAÇÃO DOS ASSUNTOS DE QUÍMICA ABORDADOS

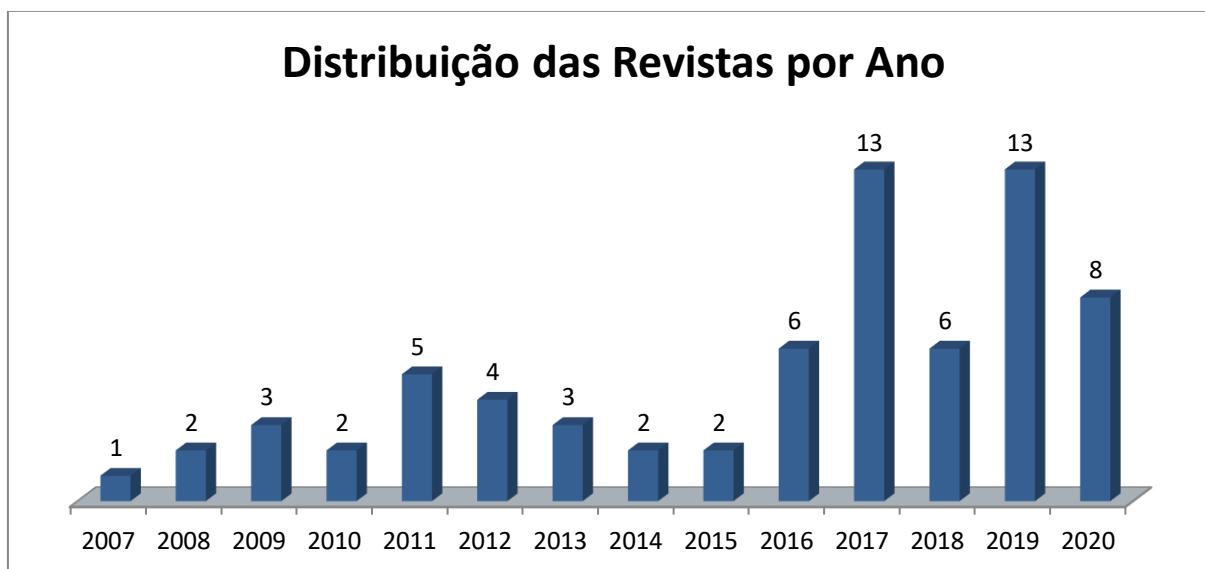
Em relação ao segundo objetivo específico que é “Identificar os principais temas ou conceitos químicos investigados nas pesquisas no ensino de Química”, também foram realizadas as leituras e análises dos artigos e, em seguida, agrupados relacionando-se os conteúdos semelhantes e assim estabelecer uma visualização mais detalhada do cenário analisado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o intuito de “Analisar as tendências, na literatura, relacionadas a modelos, modelagens e analogias no ensino de Ciências em cinco periódicos nacionais no período de 2007 a 2020”, detalharemos as produções de cada revista pesquisada e faremos uma discussão dos temas ou conceitos de química.

Ao longo dos 13 anos pesquisados, esta foi a distribuição quantitativa das revistas durante este recorte temporal de 2007 a 2020, indicada a seguir no Gráfico 1.

Gráfico 1: Distribuição das Revistas por Ano



Fonte: Shyrlana Souza Porto, autora da pesquisa.

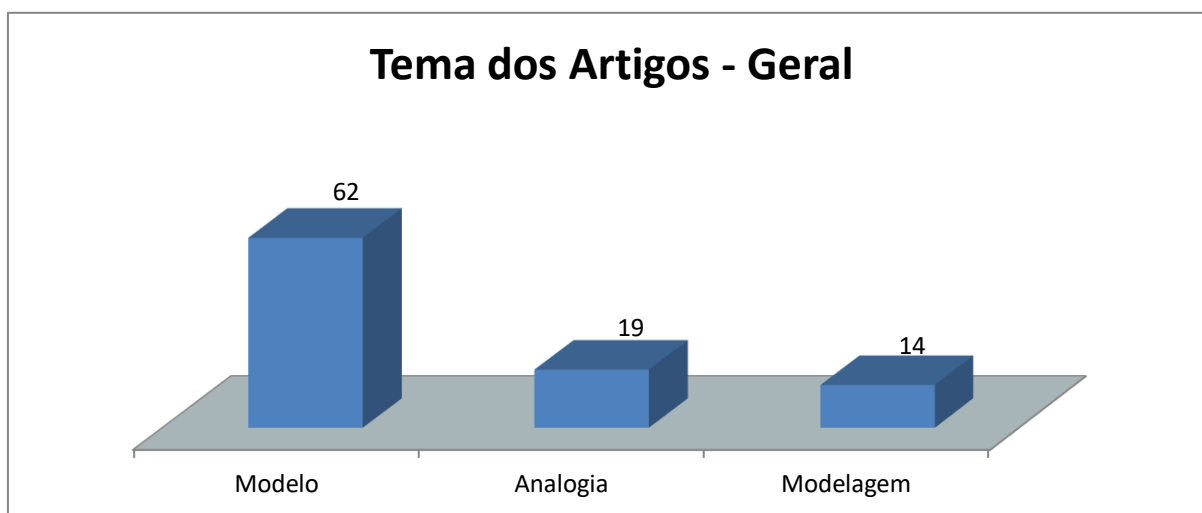
Podemos notar que existe um número considerável de artigos nas revistas escolhidas, apresentando um pequeno pico no ano de 2011 e se intensificando a partir do ano de 2016. Na pesquisa realizada por Thalita Quinto e Laércio Ferracioli, em que abordam o tema “Modelos e modelagem no contexto do ensino de ciências no Brasil: Uma revisão de literatura de 1996-2006” foram identificados 30 artigos e no ano de 2002 foi observado um pico, porém nos anos seguintes, houve um declínio. De acordo com esses dados, ao longo desses 23 anos, as pesquisas relacionadas ao nosso tema tomaram um espaço considerável nas revistas a partir do ano de 2016.

3.1 DETALHANDO AS PRODUÇÕES DE CADA REVISTA

Para alcançar o primeiro objetivo específico da nossa pesquisa que é “Discutir as produções relativas a modelos, modelagens e analogias no ensino de Ciências”, aplicaremos as categorias estabelecidas para atingir nosso propósito.

Em relação à primeira categoria, “Tema dos Artigos”, encontramos o cenário indicado a seguir no Gráfico 2:

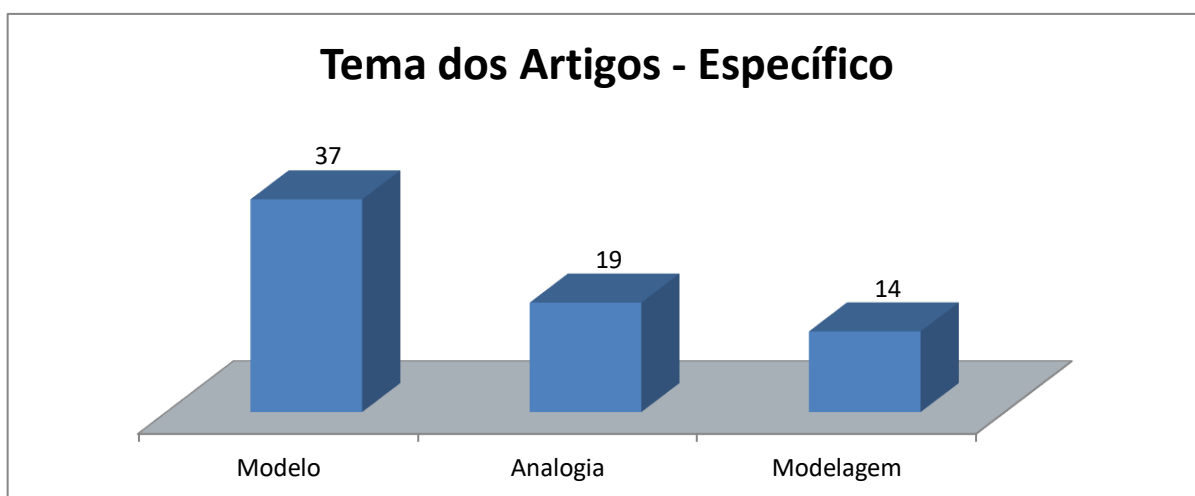
Gráfico 2: Tema dos Artigos - Geral



Fonte: Shyrlana Souza Porto, autora da pesquisa.

Pudemos notar uma expressividade em relação ao conteúdo de “Modelos” (62 artigos) nos 95 artigos pesquisados, seguindo de “Analogias” (19 artigos) e “Modelagem” (14 artigos), porém como já havia sido destacado alguns trabalhos abordavam não só modelos como uma forma de representação para ajudar no aprendizado do aluno, mas também outras modalidades de modelos voltadas para uma tendência pedagógica, como os modelos educacionais e os modelos formativos.

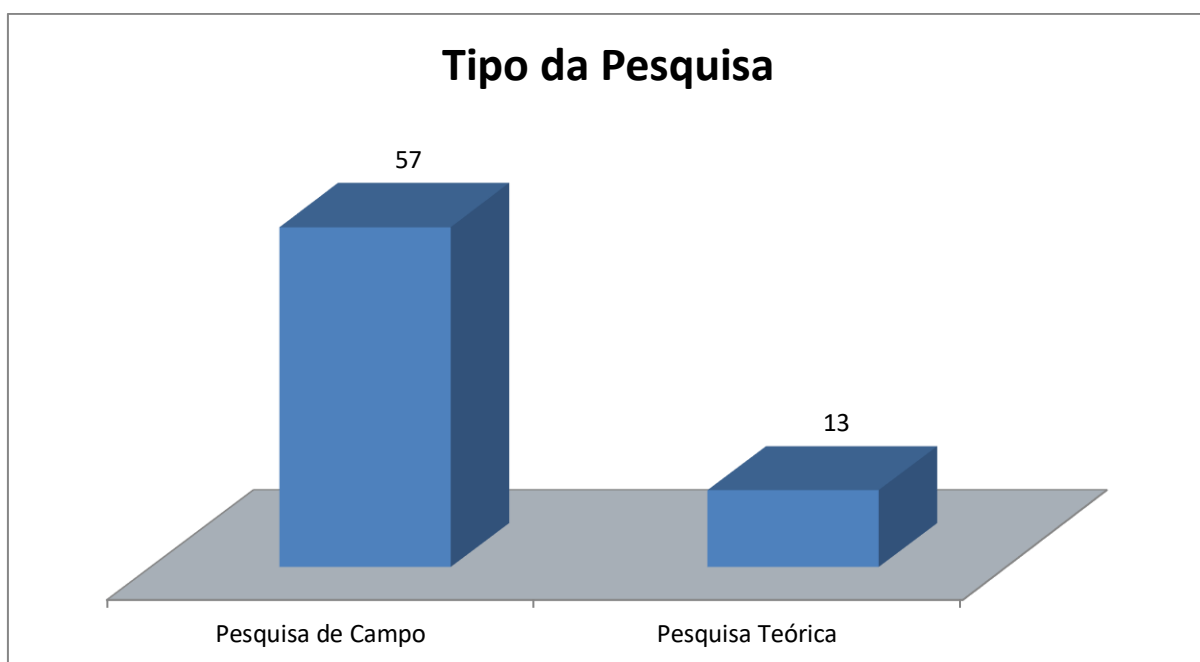
Ao ler os artigos relacionados a modelos e realizar a triagem, 37 estavam dentro da proposta da nossa pesquisa, conforme indicado no Gráfico 3 a seguir:

Gráfico 3: Tema dos Artigos - Específico

Fonte: Shyrlana Souza Porto, autora da pesquisa.

Mesmo após a análise em relação à abordagem de modelos e posterior subtração, ainda observamos um cenário onde o tema modelos se destaca dos demais. No total, foram 70 artigos estavam em consonância com nossa perspectiva teórica de modelos.

Na categoria “Tipo da Pesquisa”, pudemos ver o resultado indicado no Gráfico 4 a seguir:

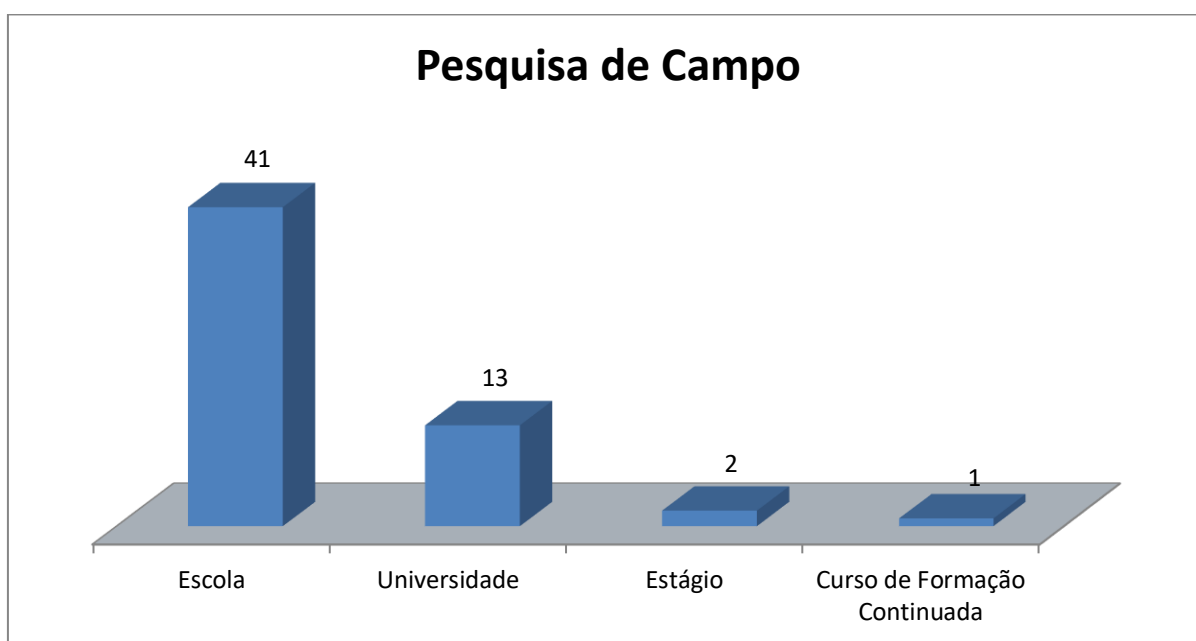
Gráfico 4: Tipo da pesquisa.

Fonte: Shyrlana Souza Porto, autora da pesquisa.

Ao ler os artigos, foi observada a grande quantidade de estudos que estavam voltados à “Pesquisa de Campo” (57 artigos) no sentido de aplicar métodos por meio da construção e modelos com atividades de modelagem, avaliar os saberes dos alunos/professores e a tomada de consciência em relação aos modelos e analogias antes e depois da realização das práticas. A “Pesquisa Teórica” (13 artigos) foi menos expressiva, porém precisa ser valorizada com o intuito de ser impulsionada.

Na categoria “Pesquisa de Campo” que é decorrente dos resultados da categoria “Tipo da Pesquisa”, foram observados os seguintes resultados, conforme indicado no Gráfico 5 a seguir:

Gráfico 5: Pesquisa de campo.



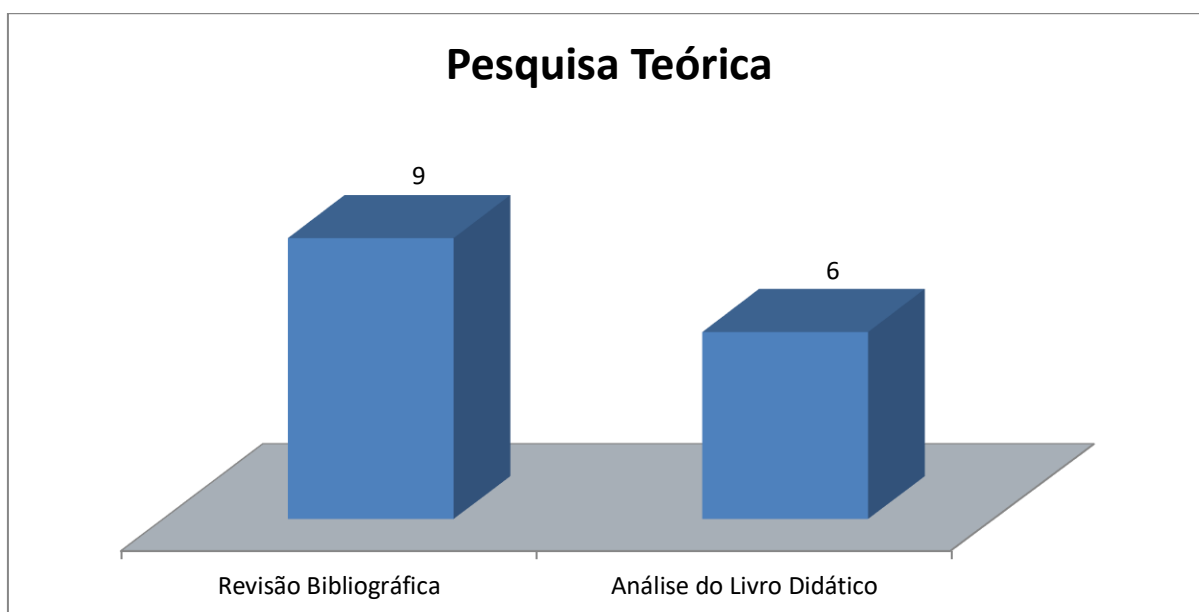
Fonte: Shyrlana Souza Porto, autora da pesquisa.

Maioria das pesquisas foram realizadas na “Escola” (Institutos Federais, PIBID, visitas escolares), sendo 41 artigos, também foram identificados artigos que visavam desenvolver estratégias na “Universidade” a partir de um olhar voltado ao professor ainda em formação (13 artigos), durante o “Estágio” (2 artigos) e apenas uma pesquisa foi elaborada durante um “Curso de Formação Continuada”. Uma reflexão acerca desse resultado é em relação à grande diferença entre a quantidade

de pesquisas realizadas na escola versus as pesquisas realizadas durante a formação do professor, pois quando se fala de universidade e estágio, nos referimos ao professor ainda como licenciando. É assustoso avaliar que somente um artigo abordou apenas o tema de formação continuada, retratando que são necessárias mais pesquisas voltadas para o professor em exercício (atuante no ensino).

Em relação à categoria “Pesquisa Teórica” que também é derivada dos resultados da categoria “Tipo de Pesquisa”, foi observado o seguinte cenário conforme indicado no Gráfico 6 a seguir:

Gráfico 6: Pesquisa teórica.



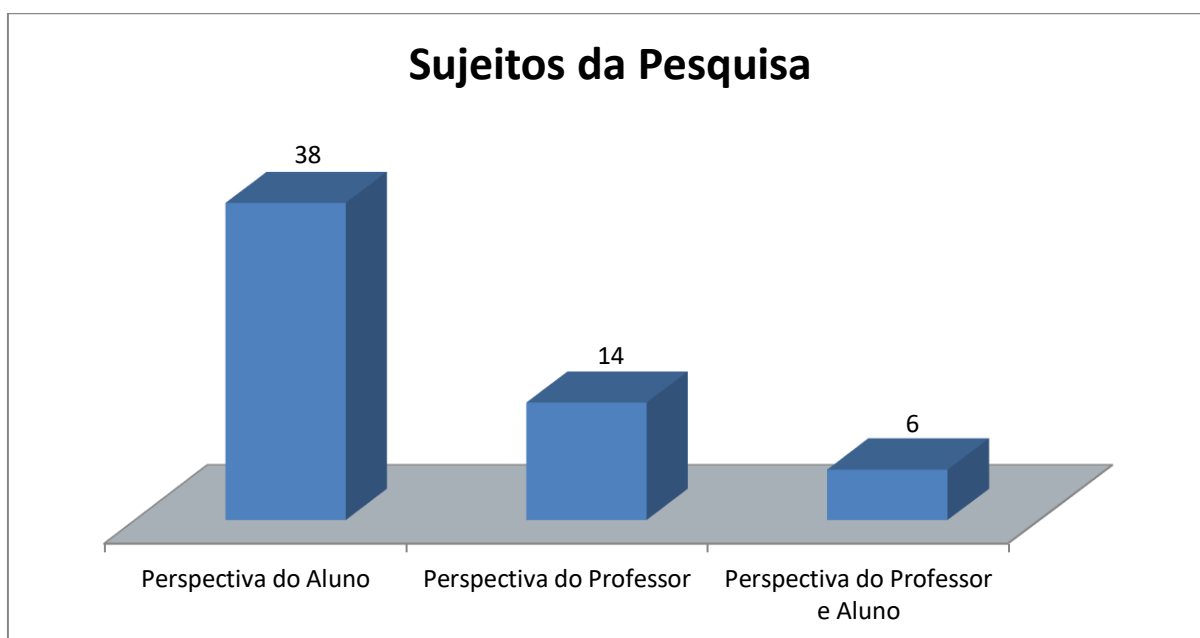
Fonte: Shyrlana Souza Porto, autora da pesquisa.

Nesta categoria observamos que os artigos de “Revisões Bibliográficas” (9 artigos) sobressaíram em relação às “Análises do Livro Didático”. Entre os trabalhos voltados a Análise do Livro Didático, 4 abordavam apenas este tema e 2 se dividiam entre a análise e a Pesquisa de Campo (aplicação de metodologias na escola) totalizando 6 trabalhos. Vale a pena destacar que entre os 70 artigos da nossa pesquisa apenas 6 abordaram uma análise no livro didático, sendo ele um material importantíssimo em sala de aula, utilizado pelos professores como fonte de informações teóricas, é válido exortar que os autores tenham um olhar mais voltado

para este tema a fim de desenvolver mais estudos nesse sentido e estimular o aprimoramento do livro didático.

Em relação à categoria “Sujeitos da Pesquisa” explicamos a partir de qual a perspectiva a pesquisa foi focalizada, seja na “Perspectiva do Professor”, na “Perspectiva do Aluno” ou de ambos, por meio da “Perspectiva do Professor e Aluno”. Em sua maioria, essa categoria foi estabelecida em relação à “Pesquisa de Campo” (os estudos realizados na Escola, Universidade, Estágio ou Curso de Formação Continuada), conforme indicado no Gráfico 7 a seguir:

Gráfico 7: Sujeitos da pesquisa.



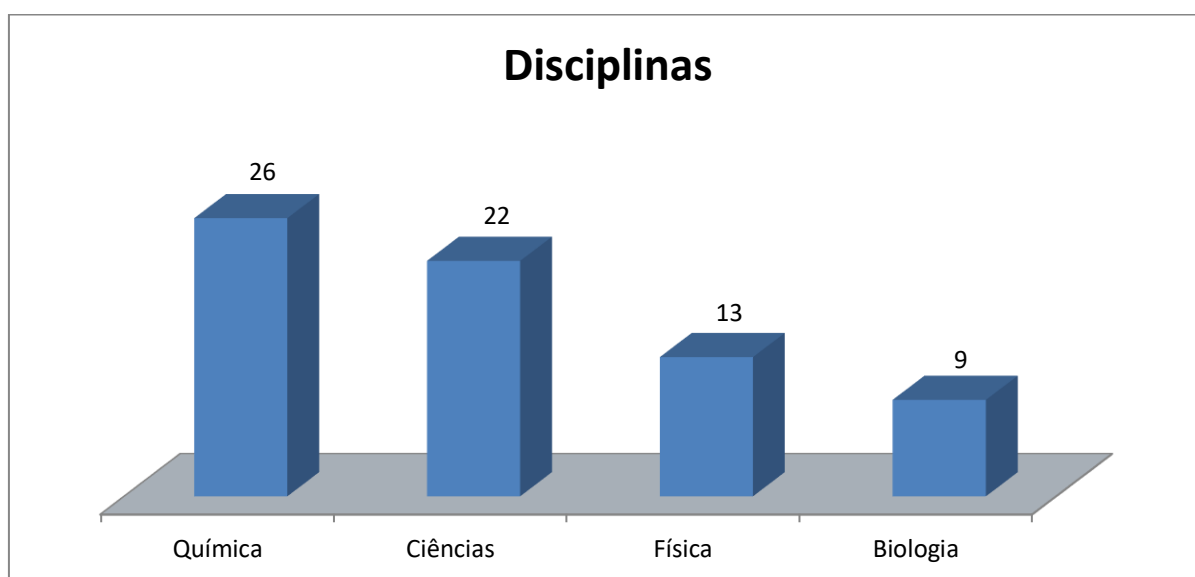
Fonte: Shyrlana Souza Porto, autora da pesquisa.

Notamos que os estudos voltados à “Perspectiva do Aluno” (38 artigos) foram mais destacados em relação à “Perspectiva do Professor” (14 artigos) e “Perspectiva do Professor e Aluno” (com apenas 6 artigos). Se somarmos as pesquisas voltadas para ambos os sujeitos com as voltadas apenas para os professores, temos um total de 20 artigos, sendo esse resultado praticamente a metade dos artigos voltados apenas para os alunos. Não queremos atenuar a importância das pesquisas voltadas para a ótica dos estudantes, mas sim enfatizar a necessidade de dar um

foco maior em relação à tomada de consciência do professor, pois ele é o responsável por perpetuar o conhecimento em sala de aula ano após ano. Esse resultado também é um reflexo dada categoria “Pesquisa de Campo” em que foram observadas mais pesquisas nas escolas. Os trabalhos na Perspectiva do aluno, em sua maioria, propunham uma análise das ideias apresentadas pelos estudantes, bem como suas visões acerca das modelagens, modelos ou analogias, comumente desenvolvendo uma atividade, e comparando as concepções prévias com a evolução do conhecimento alcançado através da aplicação de questionários pré e pós prática, ou entrevistas que promovam essa investigação. Por fim expondo as dificuldades e obstáculos ainda existentes e trazendo um alerta sobre a importância desse estudo a fim de originar o interesse e motivação dos alunos em sala de aula. Na Perspectiva do Professor, na maioria dos casos, os autores traziam tanto investigações sobre as concepções dos professores como licenciando, quanto como docentes em exercício, com o intuito de trazer a tomada de consciência sobre suas práticas e as limitações enfrentadas no processo de ensino-aprendizagem relacionadas ao tema trabalhado nesta pesquisa.

Na categoria “Disciplinas”, encontramos a seguinte cenário, conforme indicado no Gráfico 8 a seguir:

Gráfico 8: Disciplinas.

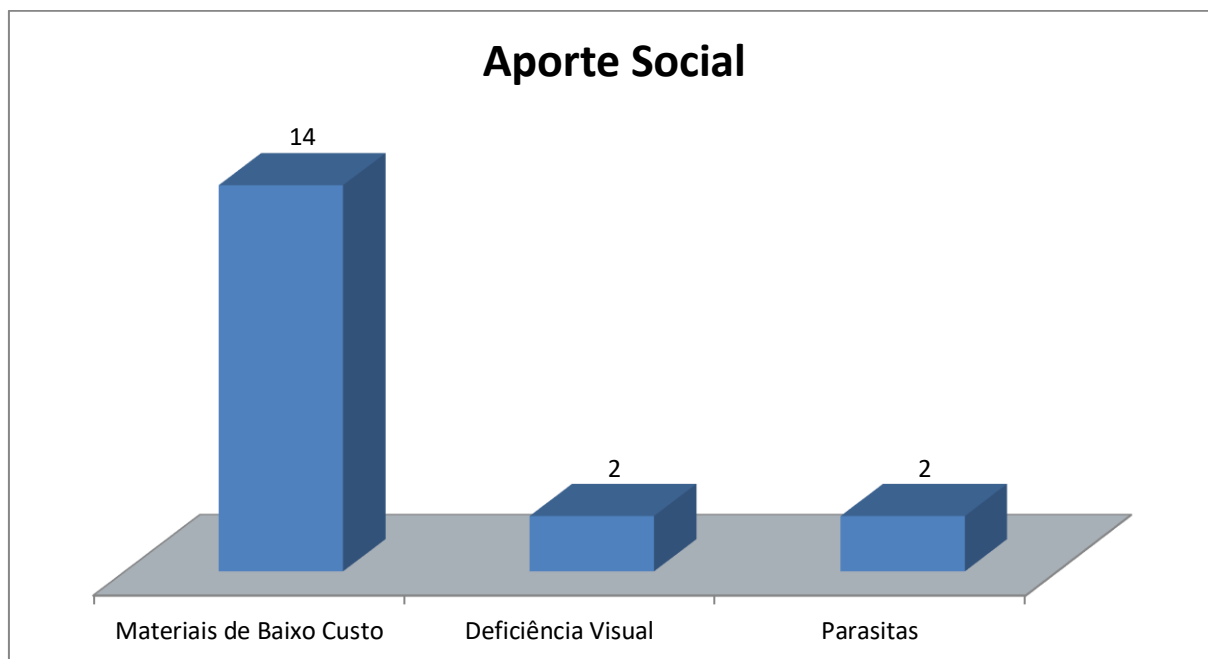


Fonte: Shyrlana Souza Porto, autora da pesquisa.

Visualizamos uma expressividade em relação aos artigos voltados à disciplina de “Química”, em seguida “Ciências”, “Física” e por último “Biologia”.

Na categoria “Aporte Social”, pudemos notar os resultados indicados no Gráfico 9 a seguir:

Gráfico 9: Aporte Social.



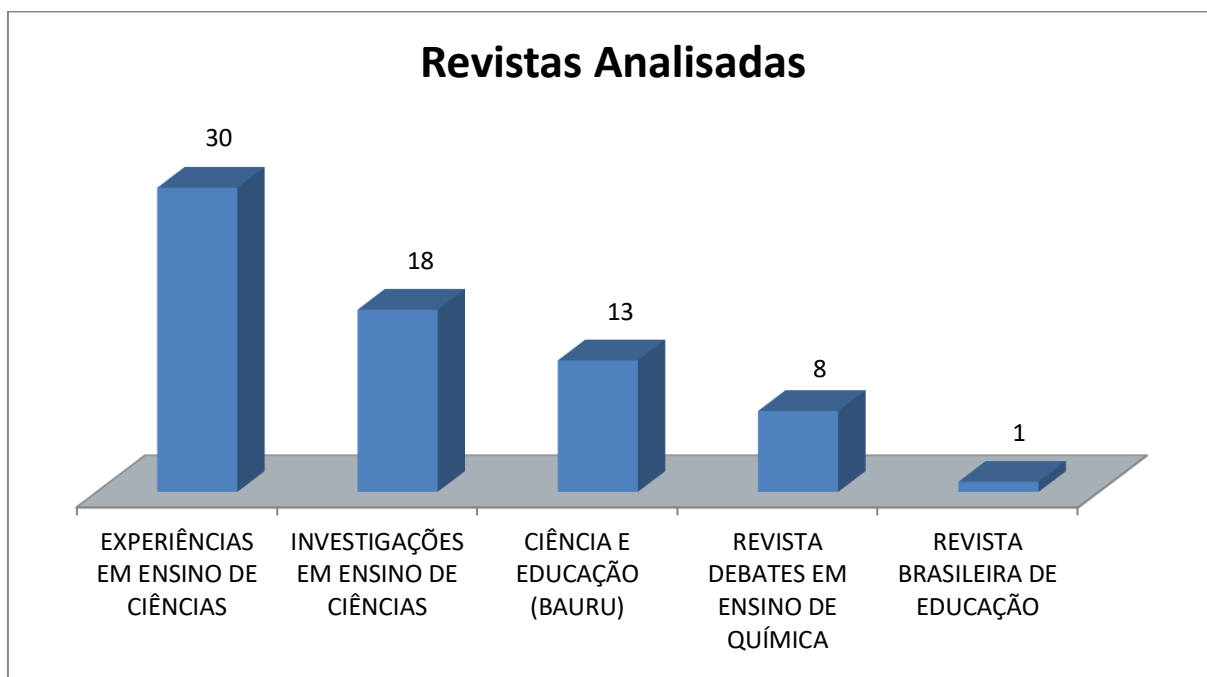
Fonte: Shyrlana Souza Porto, autora da pesquisa.

Tratava-se de artigos que visavam à construção de modelos voltados a ajudar o aprendizado dos alunos portadores dessa deficiência. Os outros pontos foram em relação aos artigos voltados a construir modelos que auxiliem no ensino dos males gerados por Parasitas e voltados à confecção de com a utilização de Materiais de Baixo Custo, tornando a participação dos alunos de baixa renda mais acessível a esta construção. Observamos que os artigos relacionados a “Materiais de Baixo Custo” (14 artigos) tiveram um destaque maior que os trabalhos voltados aos alunos portadores de “Deficiência Visual” (2 artigos), e de igual forma os estudos que abordaram males por “Parasitas” (2 artigos). Os dois artigos que abordam o conteúdo voltado para deficiência visual são da disciplina de biologia. A fim de deixar claro, 11 artigos foram considerados apenas como a categoria de materiais de baixo custo, e os outros 3 estavam simultaneamente com os outros resultados desta categoria (os 2 artigos de deficiência visual utilizaram materiais de baixo

investimento financeiro e 1 do assunto de parasitas também utilizou esses materiais), totalizando 14 artigos.

Na categoria “Revistas Analisadas”, encontramos as quantidades conforme detalhado no Gráfico 10 a seguir:

Gráfico 10: Revistas analisadas.



Fonte: Shyrlana Souza Porto, autora da pesquisa.

A revista “Experiência em Ensino de Ciências” se destacou (30 artigos), frente a “Investigações em Ensino de Ciências” (18 artigos), “Ciência e Educação (Bauru)” (13 artigos), “Revista Debates em Ensino de Química” (8 artigos) e “Revista Brasileira de Educação” (1 artigo).

3.2 IDENTIFICAÇÃO DOS CONTEÚDOS ABORDADOS DA DISCIPLINA DE QUÍMICA

Para alcançar o segundo objetivo específico da nossa pesquisa que é “Identificar os principais temas ou conceitos químicos investigados nas pesquisas no ensino de Química”, realizamos as leituras dos artigos e em seguida agrupamos os conteúdos semelhantes para estabelecer uma visualização mais detalhada do

cenário analisado na pesquisa de química, conforme indicado no Gráfico 11 a seguir:

Gráfico 11: Conteúdos abordados.



Fonte: Shyrlana Souza Porto, autora da pesquisa.

Estes foram os conteúdos verificados nos artigos da disciplina de química: Modelos Atômicos (4), Geometria Molecular (3), Cinética Química (2), Isomeria (2), Solubilidade (2), seguidos de Equilíbrio Químico, Estequiometria, Estereoquímica Cis/Trans, Interação Enzima Substrato, Modelo Cinético Molecular, Modelos Moleculares, Reações Oxirredução e Soluções com um artigo cada.

Ainda observamos quatro artigos sem um conteúdo específico em que eram tratados numa discussão geral no ensino de química, ou práticas em sala de aula que trataram diversos conteúdos de química sem se ater a um tema específico. Foram eles Bernardino, Rodrigues e Bellini (2013); Lima *et al* (2016); Gonçalves e Julião (2016); Lima, Silva e Souza (2017) e Specht, Ribeiro e Ramos (2017).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos foi possível avaliar que nesses 13 anos analisados existe um número considerável de artigos nas revistas escolhidas, o que mostra que a pesquisa na linha de modelos, modelagens e analogias está sendo desenvolvida, apresentando um pequeno pico no ano de 2011 e se intensificando mais a partir do ano de 2016.

Em relação ao problema de pesquisa, observamos que nos cinco periódicos analisados, as tendências na literatura são em primeiro lugar do tema modelos, com 65,3% dos artigos analisados, seguidos do tema analogias com 20% e modelagens, com 14,7% dos trabalhos avaliados.

Em relação ao primeiro objetivo específico, que foi discutir as produções relativas a modelos, modelagens e analogias no ensino de Ciências, inicialmente identificamos que 81,4% dos trabalhos analisados foram relacionados a pesquisa de campo e 18,6% foram de pesquisa teórica. Detalhando a pesquisa de campo, 71,95% foram desenvolvidos na escola, 22,8% foram na universidade, 3,5% no estágio e 1,75% em curso de formação continuada. Para a pesquisa teórica, 69,23% foram uma revisão bibliográfica e 30,77% foram exclusivamente análise do livro didático.

Para os sujeitos da pesquisa, 65,52% estavam relacionados à perspectiva do aluno, 24,14% sob a visão do professor e 10,34% sob a perspectiva de ambos. Falando das disciplinas trabalhadas nos artigos, foi observado que 37,14% foram da disciplina de química, 31,43% ciências, 18,57% física e 12,86% biologia.

Sobre as revistas, Experiências em Ensino de Ciências acumulou 42,86% das pesquisas, Investigações em Ensino de Ciências 25,71%, Ciência e Educação (Bauru) 18,57%, Revista Debates em Ensino de Química 11,43% e Revista Brasileira de Educação 1,73%. Em relação ao Aporte Social, 20% das pesquisas se preocuparam em promover o acesso de informações a camadas mais desprovidas da sociedade ou para pessoas que apresentassem alguma necessidade especial.

Partindo para o segundo objetivo específico que é identificar os principais temas ou conceitos químicos investigados nas pesquisas no ensino de Química, foi observado que o conteúdo de Modelos Atômicos envolveu 15,39% dos artigos avaliados, Geometria Molecular representou 11,56%, Cinética Química, Isomeria e Solubilidade 7,7% cada, Equilíbrio Químico, Estequiometria, Estereoquímica Cis/Trans, Interação Enzima Substrato, Modelo Cinético Molecular, Modelos Moleculares, Química Orgânica X Físico Química, Reações Oxirredução e Soluções representaram 3,84% cada. Lembrando que quatro artigos não apresentaram um tema específico de química, representando 15,39% dos artigos da disciplina.

Entendemos que algumas questões apontadas nos resultados das categorias precisam ser mais exploradas, de forma a buscar um equilíbrio entre as abordagens de modelos, modelagens e analogias. Por exemplo, quando foram avaliadas as categorias “Pesquisa de Campo” e “Sujeitos de Pesquisa”, observamos uma grande expressividade nas pesquisas realizadas na escola e voltadas para os alunos respectivamente. Mais uma vez, não queremos atenuar a importância das pesquisas voltadas à perspectiva dos estudantes em sala de aula, mas sim ressaltar a necessidade de pesquisar mais sob a ótica do professor, pois é ele o responsável por mediar o conhecimento científico às ideias dos alunos e seus modelos mentais, através de uma linguagem que ele compreenda, das analogias.

É necessário continuar desenvolvendo pesquisas para aplicar estratégias através da modelagem na escola sim, mas em paralelo se voltar também para esse estudo na formação dos professores, pois infelizmente encontra-se enfraquecida, principalmente quando se fala nas pesquisas na formação continuada. A tomada de consciência dos docentes em relação aos modelos é fundamental para que tenham a possibilidade de ressignificar conceitos mesmo após anos em exercício.

Outro ponto destacado foi em relação às análises do livro didático. Num total de 70 artigos analisados, apenas 6 abordaram o livro didático e sabemos da abrangência desse material didático nas escolas como uma fonte de informações utilizada pelo professor e da necessidade crescente de um olhar mais voltado para este tema a fim de desenvolver mais estudos nesse sentido e estimular o aprimoramento e atualização do livro didático.

As pesquisas relacionadas à modelagem precisam chegar à sala de aula, bem como os estudos voltados a outras estratégias didáticas de ensino também. São muitos trabalhos de pesquisadores que se dispuseram, estudaram, aplicaram e publicaram, mas de alguma forma esse conhecimento enfrenta obstáculos para chegar à realidade dos alunos. É essencial que haja esse estímulo seja através dos livros didáticos (substituindo as mesmas analogias nas novas edições por analogias desenvolvidas nas pesquisas publicadas e assim torná-las mais acessíveis ao docente), ou durante a formação inicial, os licenciandos sejam estimulados à leitura de artigos voltados às atividades de modelagem em sala de aula e construção de analogias espontâneas formuladas pelos próprios alunos, por exemplo. Essa inspiração pode vir até da própria escola, através de uma mudança de paradigma onde o professor precisa seguir um roteiro rígido que só mantém o ensino tradicional e alimenta esse ciclo.

Em relação aos conteúdos de química é favorável notar que a pesquisa vem se preocupando em abordar conteúdos ditos abstratos e difíceis, como modelos atômicos que apesar de terem modelos bem conhecidos historicamente, nem sempre são do domínio familiar dos alunos. A disciplina de química abrangeu maioria das pesquisas em relação às outras disciplinas de ciências.

Destacamos a importância desse estudo para o ensino de ciências por meio desse panorama das pesquisas relacionadas a modelos modelagens e analogias e esperamos que essa análise possa ajudar no processo de ensino-aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, Josélia Santos *et al.* CONSTRUÇÃO DE MODELO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS: SISTEMA URINÁRIO. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 7, p. 100-107, 2017.
- ALMEIDA, Hederson Aparecido de; DINIZ, Renato Eugênio da Silva. A Tomada de Consciência sobre o uso de Analogias Espontâneas: Contribuições de uma Formação Continuada Desenvolvida com Professoras de Ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 26, 2020.
- ASSAI, Natany Dayani Souza; FREIRE, Leila Inês Follmann. A utilização de atividades experimentais investigativas e o uso de representações no ensino de cinética química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 6, p. 153-172, 2017.
- BERNARDINO, Mychelle Amorim Defenti; RODRIGUES, Maria Aparecida; BELLINI, Luzia Marta. Análise crítica das analogias do livro didático público de química do estado do Paraná. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 19, p. 135-150, 2013.
- DUARTE, Maria Conceição. Analogias na educação em ciências contributos e desafios. **Investigações em ensino de ciências**, v. 10, n. 1, p. 7-29, 2005.
- FERREIRA, Poliana Flávia Maia; JUSTI, Rosária da Silva. Modelagem e o “fazer ciência”. **Química nova na escola**, v. 28, p. 32-36, 2008.
- FERREIRA, Thalita Quinto Soares; FERRACIOLI, Laércio. < b> Modelos e modelagem no contexto do ensino de ciências no Brasil: uma revisão de literatura de 1996-2006< b. **Revista Didática Sistêmica**, v. 8, p. 80-100, 2008.
- FERRY, Alexandre da Silva; NAGEM, Ronaldo Luiz. Analogias & contra-analogias: uma proposta para o ensino de ciências numa perspectiva bachelardiana. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 3, n. 1, p. 7-21, 2008.
- FERRY, Alexandre Silva; NAGEM, Ronaldo Luiz. ANALOGIA & CONTRA-ANALOGIA: UM ESTUDO SOBRE A VIABILIDADE DA COMPARAÇÃO ENTRE O MODELO ATÔMICO DE BOHR E O SISTEMA SOLAR POR MEIO DE UM JÚRI SIMULADO. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 3, p. 38-56, 2009.
- GIBIN, Gustavo Bizarria. As Dificuldades de Compreensão sobre o Conceito de Solução Representado em Nível Microscópico por Estudantes Latino Americanos. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 1, n. 1, p. 72-81, 2017.
- GOMES, Fátima de Cássia Oliveira *et al.* ANÁLISE DE UMA ATIVIDADE DIDÁTICA DE CIÊNCIAS MEDIADA POR UMA ANALOGIA ENTRE UMA CÉLULA EUCARIONTE E O FUNCIONAMENTO DE UM LABORATÓRIO DE QUÍMICA. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 6, p. 219-230, 2017.
- GRECA, Ileana Maria; MOREIRA, Marco Antonio. Além da detecção de modelos mentais dos estudantes: uma proposta representacional integradora. **Investigações em ensino de ciências**. Porto Alegre. Vol. 7, n. 1 (jan./mar. 2002), p. 31-53, 2002.

JUSTI, Rosária. Relações entre argumentação e modelagem no contexto da ciência e do ensino de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, p. 31-48, 2015.

KRAPAS, Sonia *et al.* Modelos: uma análise de sentidos na literatura de pesquisa em ensino de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 2, n. 3, p. 185-202, 1997.

KUNZ, Regina Inês *et al.* Proposta didática no ensino integrado da morfologia: células e tecido ósseo. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 2, p. 38-52, 2017.

LIMA, Analice de Almeida *et al.* Formação Inicial de Professores de Química e Profissionalização Docente: Um Estudo Acerca dos Saberes Relativos aos Modelos no Ensino de Química. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 2, n. 1, p. 18-30, 2016.

LIMA, Analice de Almeida; DA SILVA, Suely Alves; DE SOUZA, Sandra Rodrigues. FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES E UTILIZAÇÃO DE MODELOS E ANALOGIAS: ENTRELACANDO CAMINHOS. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 1, p. 146-157, 2017.

LIMA, Analice de Almeida; **O uso de modelos no ensino de química**: Uma investigação acerca dos saberes construídos durante a formação inicial de professores de Química da UFRN. 2007. 264 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte.

MOREIRA, Marco Antonio. Modelos mentais. **Investigações em ensino de ciências. Porto Alegre. Vol. 1, n. 3 (dez. 1996), p. 193-232**, 1996.

MOZZER, Nilmara Braga; JUSTI, Rosária. “Nem tudo que reluz é ouro”: Uma discussão sobre analogias e outras similaridades e recursos utilizados no ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 1, p. 123-147, 2015.

MOZZER, Nilmara Braga; JUSTI, Rosária. MODELAGEM ANALÓGICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 1, 2018.

PAGANINI, Paula; JUSTI, Rosária; MOZZER, Nilmara Braga. Mediadores na coconstrução do conhecimento de ciências em atividades de modelagem. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 20, p. 1019-1036, 2014.

RAMOS, Tatiana Costa; MENDONÇA, Paula Cristina Cardoso; MOZZER, Nilmara Braga. Argumentação de estudantes na criação e crítica de analogias sobre o Modelo Atômico de Thomson. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 25, p. 607-624, 2019.

RODRIGUES, Renata Ferreira. O uso de modelagens representativas como estratégia didática no ensino da genética: um estudo de caso. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 2, p. 53-66, 2012.

SANTOS, Saulo César Seiffert; TERÁN, Augusto Fachín; SILVA-FORSBERG, Maria Clara. Analogias em livros didáticos de biologia no ensino de zoologia. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 3, p. 591-603, 2011.

SILVA, Camila Brito Collares da; DORNELES, Pedro Fernando Teixeira; HEIDEMANN, Leonardo Albuquerque. Um estudo sobre indícios de aprendizagem significativa em atividades experimentais com enfoque no processo de modelagem científica no ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências. Cuiabá**. Vol. 15, n. 3 (dez. 2020), p. 166-187, 2020.

SILVA, Kamila Jéssica Oliveira; TEIXEIRA, Catarina; PEREIRA, Fernando Lourenço. Construção e utilização de modelos didáticos de *Pediculus humanus capitis* para discussão sobre pediculose em uma escola do campo. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 1, p. 207-226, 2020.

SILVA, Leandro Londero; TERRAZZAN, Eduardo A. Correspondências estabelecidas e diferenças identificadas em atividades didáticas baseadas em analogias para o ensino de modelos atômicos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 3, n. 2, p. 15-32, 2008.

SOUZA, Vinícius Catão Assis; JUSTI, Rosária. Estudo da utilização de modelagem como estratégia para fundamentar uma proposta de ensino relacionada à energia envolvida nas transformações químicas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 2, 2010.

TAUCEDA, K. C.; NUNES, V. M.; DEL PINO, J. C. O Livro Didático e as Representações Mentais de Bioquímica e Biofísica em Alunos do Ensino Médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 6, n. 1, p. 57-68, 2011.

TAUCEDA, Karen Cavalcanti; DEL PINO, José Cláudio. Modelos e outras representações mentais no estudo do DNA em alunos do ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 2, p. 337-354, 2010.

Ciência e Educação (Bauru). Disponível em:

<<https://www.scielo.br/journal/ciedu/about/#about>>. Acesso em 01 de novembro de 2021.

Experiências em Ensino de Ciências. Disponível em:

<<https://if.ufmt.br/eenci/index.php?go=about>>. Acesso em 01 de novembro de 2021.

Investigações em Ensino de Ciências. Disponível em:

<<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/about/editorialPolicies#focusAndScope>>. Acesso em 01 de novembro de 2021.

Revista Brasileira de Educação. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/journal/rbedu/about/#about>>. Acesso em 01 de novembro de 2021.

Revista Debates em Ensino de Química. Disponível em:

<<http://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/index>>. Acesso em 01 de novembro de 2021.

APÊNCICE A - Quadro 1:

Quadro 1 – Artigos relacionados a modelos, modelagens e analogias classificados de acordo com cada categoria.

REVISTA	ANO	TÍTULO	AUTORES	TEMA (RELACIONADO A PESQUISA)	PESQUISA DE CAMPO	PESQUISA TEÓRICA	SUJEITOS DE PESQUISA	DISCIPLINA	APORTE SOCIAL
CIÊNCIA E EDUCAÇÃO (BAURU)	2007	CONHECENDO ALGUNS MODELOS MENTAIS INFANTIS SOBRE FILARIOSE LINFÁTICA	Micheline Barbosa da Motta Francimar Martins Teixeira	Modelo	Escola	-	Perspectiva do aluno	Ciências	Parasitas
CIÊNCIA E EDUCAÇÃO (BAURU)	2011	AS ANALOGIAS NA REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA CIÊNCIA HOJE DAS CRIANÇAS	Leandro Londero da Silva Naida Lena Pimentel Eduardo Terrazzan	Analogia	-	Revisão Bibliográfica	-	Ciências	-
CIÊNCIA E EDUCAÇÃO (BAURU)	2011	CONHECIMENTO, REALIDADE E ENSINO DE FÍSICA: MODELIZAÇÃO EM UMA INSPIRAÇÃO BUNGEANA	Juliana Machado Sonia Maria Silva Corrêa de Souza Cruz	Modelagem	-	Revisão Bibliográfica	-	Física	-
CIÊNCIA E EDUCAÇÃO (BAURU)	2013	ANÁLISE CRÍTICA DAS ANALOGIAS DO LIVRO DIDÁTICO PÚBLICO DE QUÍMICA DO ESTADO DO PARANÁ	Mychelle Amorim Defenti Bernardino Maria Aparecida Rodrigues Luzia Marta Bellini	Analogia	-	Análise do Livro Didático	-	Química	-
CIÊNCIA E EDUCAÇÃO (BAURU)	2014	MEDIADORES NA CO-CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS EM ATIVIDADES DE MODELAGEM	Paula Paganini Rosária Justi Nilmara Braga Mozzer	Modelagem	Escola	-	Perspectiva do professor e aluno	Química	-
CIÊNCIA E EDUCAÇÃO (BAURU)	2015	O RECURSO À MODELAÇÃO NO ENSINO DAS CIÊNCIAS: UM ESTUDO COM MODELOS GEOLÓGICOS	Cândida Ferreira Ana Alençon Clara Vasconcelos	Modelagem	Escola	-	Perspectiva do aluno	Ciências	-

CIÊNCIA E EDUCAÇÃO (BAURU)	2016	FORMAÇÃO INICIAL DOCENTE E SUAS RELAÇÕES DENTRO DO ÂMBITO ESCOLAR	Regiane Stafim da Cunha Marina Rosa Stec dos Santos Jaqueline Dittrich Maiara Vicentini Liege da Silva Oliveira Stavis Christiane Gioppo Marques da Cruz	Modelo	Estágio	-	Perspectiva do professor	Biologia	-
CIÊNCIA E EDUCAÇÃO (BAURU)	2017	ANÁLISE DA LINGUAGEM DE TEXTOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA EM LIVROS DIDÁTICOS: CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE BIOLOGIA	Pedro Henrique Ribeiro de Souza Marcelo Borges Rocha ¹	Analogia	-	Análise do Livro Didático	-	Biologia	-
CIÊNCIA E EDUCAÇÃO (BAURU)	2017	MAPEAMENTO ESTRUTURAL DE ANALOGIAS ENUNCIADAS EM UMA AULA SOBRE CINÉTICA QUÍMICA	Alexandre da Silva Ferry Helder de Figueirêdo e Paula	Analogia	Universidade	-	Perspectiva do professor	Química	-
CIÊNCIA E EDUCAÇÃO (BAURU)	2019	MODELOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE VERTEBRADOS PARA ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL	Lhilianny Miranda Mendonça Nascimento Adriana Bocchiglieri	Modelo	Universidade	-	Perspectiva do aluno	Ciências	Deficiência Visual/ Materiais de Baixo Custo
CIÊNCIA E EDUCAÇÃO (BAURU)	2019	A PROPOSTA DA REDESCRIÇÃO REPRESENTACIONAL COMO REFERENCIAL PARA A CONCEITUALIZAÇÃO DE MODELOS NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA	Juliana Machado Marco Braga	Modelo	-	Revisão Bibliográfica	-	Ciências	-
CIÊNCIA E EDUCAÇÃO (BAURU)	2019	ARGUMENTAÇÃO DE ESTUDANTES NA CRIAÇÃO E CRÍTICA DE ANALOGIAS SOBRE O MODELO ATÔMICO DE THOMSON	Tatiana Costa Ramos Paula Cristina Cardoso Mendonça Nilmara Braga Mozzer	Analogia	Escola	-	Perspectiva do aluno	Química	-

CIÊNCIA E EDUCAÇÃO (BAURU)	2020	A TOMADA DE CONSCIÊNCIA SOBRE O USO DE ANALOGIAS ESPONTÂNEAS: CONTRIBUIÇÕES DE UMA FORMAÇÃO CONTINUADA DESENVOLVIDA COM PROFESSORAS DE CIÊNCIAS	Hederson Aparecido de Almeida Renato Eugênio da Silva Diniz	Analogia	Curso de formação continuada	-	Perspectiva do professor	Ciências	-
EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2008	ANALOGIAS & CONTRA-ANALOGIAS: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS NUMA PERSPECTIVA BACHELARDIANA	Alexandre da Silva Ferry Ronaldo Luiz Nagem	Analogia	-	Revisão Bibliográfica	-	Ciências	-
EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2008	CORRESPONDÊNCIAS ESTABELECIDAS E DIFERENÇAS IDENTIFICADAS EM ATIVIDADES DIDÁTICAS BASEADAS EM ANALOGIAS PARA O ENSINO DE MODELOS ATÔMICOS	Leandro Londero da Silva Eduardo A. Terrazzan	Analogia	Escola	-	Perspectiva do aluno	Física	-
EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2009	DESENVOLVENDO HABILIDADES VISUOESPACIAIS: USO DE SOFTWARE DE CONSTRUÇÃO DE MODELOS MOLECULARES NO ENSINO DE ISOMERIA GEOMÉTRICA EM QUÍMICA	Daniele Raupp Agostinho Serrano Marco Antonio Moreira	Modelo	Escola	-	Perspectiva do aluno	Química	-
EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2009	ANALOGIA & CONTRA-ANALOGIA: UM ESTUDO SOBRE A VIABILIDADE DA COMPARAÇÃO ENTRE O MODELO ATÔMICO DE BOHR E O SISTEMA SOLAR POR MEIO DE UM JÚRI SIMULADO	Alexandre da Silva Ferry Ronaldo Luiz Nagem	Analogia	Escola	-	Perspectiva do aluno	Química	-

EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2009	MODELOS MOLECULARES: PASSADO E PRESENTE	Helmoz Rosenaim Appelt Julieta Saldanha de Oliveira Márcio Marques Martins	Modelo	-	Revisão Bibliográfica	-	Química	Materiais de baixo custo
EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2010	O TABULEIRO DE XADREZ MUTILADO COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO SOBRE A MATEMÁTICA E A CIÊNCIA: UMA PROPOSTA DE RECONSTRUÇÃO DO MODELO POR ANALOGIA	Ronaldo Luiz Nagem Adelson Fernandes Moreira Augusto Fachín Terán Saulo Cezar Seiffert Santos	Modelo	Universidade	-	Perspectiva do professor	Ciências	-
EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2011	O LIVRO DIDÁTICO E AS REPRESENTAÇÕES MENTAIS DE BIOQUÍMICA E BIOFÍSICA EM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO	Karen Cavalcanti Tauceda Vladimir Magdaleno Nunes José Cláudio Del Pino	Modelo	Escola	Análise do Livro Didático	Perspectiva do aluno	Biologia	-
EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2011	AS ANALOGIAS NO ENSINO DE CONTEÚDOS CONCEITUAIS, PROCEDIMENTAIS E ATITUDINAIS EM AULAS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO	Leandro Londero da Silva Eduardo A. Terrazzan	Analogia	Escola	-	Perspectiva do aluno	Física	-
EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2012	O USO DE MODELAGENS REPRESENTATIVAS COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA NO ENSINO DA GENÉTICA: UM ESTUDO DE CASO	Renata Ferreira Rodrigues	Modelagem	Escola	-	Perspectiva do aluno	Biologia	Materiais de baixo custo
EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2013	UTILIZAÇÃO DO MODELO DIDÁTICO ANALÓGICO (MDA) NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA EXPERIÊNCIA SOBRE A ESTRUTURA DA TERRA	Diana Borges dos Santos María Elena Infante-Malachias	Modelo	Escola	-	Perspectiva do aluno	Ciências	-

EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2014	POTENCIAIS E LIMITES DAS ANALOGIAS NO ENSINO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA DISCUSSÃO NO PROCESSO FORMATIVO DE FUTUROS PROFESSORES DE QUÍMICA	Ladjane Pereira da Silva Rufino de Freitas Analice de Almeida Lima	Analogia	Universidade	-	Perspectiva do professor	Química	-
EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2015	UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE ESTEREOQUÍMICA CIS/TRANS A PARTIR DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA (UEPS) E DO USO DE MODELAGEM MOLECULAR	Adriana de Farias Ramos Agostinho Serrano	Modelagem	Escola	-	Perspectiva do aluno	Química	-
EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2016	GAMIFICAÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS: UMA PROPOSTA PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DA MODELAGEM DE PROBLEMAS FÍSICOS	Thiago Machado da Costa Maria de Fátima da Silva Verdeaux	Modelagem	Escola	-	Perspectiva do aluno	Física	-
EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2016	ENSINO E APRENDIZAGEM DE ESTEQUIOMETRIA: ANÁLISE DAS CONTRIBUIÇÕES E LIMITAÇÕES DE UMA ATIVIDADE COM MODELOS MOLECULARES DESENVOLVIDA NO PIBID	Camila Silveira da Silva Évelin Carolina Sgarbosa Gabriela Agostini	Modelo	Escola	-	Perspectiva do professor e aluno	Química	Materiais de baixo custo
EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2017	FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES E UTILIZAÇÃO DE MODELOS E ANALOGIAS: ENTRELACANDO CAMINHOS	Analice de Almeida Lima Suely Alves da Silva Sandra Rodrigues de Souza	Modelo	Universidade	-	Perspectiva do professor	Química	-

EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2017	CONSTRUÇÃO DE MODELOS MOLECULARES COM MATERIAL ALTERNATIVO E SUA APLICAÇÃO EM AULAS DE QUÍMICA	Tainá Souza Silva João Jarllys Nóbrega de Souza José Rodrigues de Carvalho Filho	Modelo	Escola	-	Perspectiva do aluno	Química	Materiais de baixo custo
EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2017	A MODELIZAÇÃO EM GENÉTICA E BIOLOGIA MOLECULAR: ENSINO DE MITOSE COM MASSA DE MODELAR	Renato Araújo Torres de Melo Moul Flávia Carolina Lins da Silva	Modelagem	Escola	-	Perspectiva do aluno	Biologia	-
EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2017	PROPOSTA DIDÁTICA NO ENSINO INTEGRADO DA MORFOLOGIA: CÉLULAS E TECIDO ÓSSEO	Regina Inês Kunz Maria Raquel Marçal Natali Ednéia Fátima Brambilla Torquato Lucinéia de Fátima Chasko Ribeiro Lourdes Aparecida Della Justina Rose Meire Costa Brancalhão	Modelo	Escola	-	Perspectiva do aluno	Ciências	-
EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2017	OFICINA DIDÁTICA DE CONSTRUÇÃO DE MODELOS COM MASSA DE VIDRACEIRO COMO MÉTODO PARA O ENSINO DE ARTHROPODA	Ediane Pellegrini Huttel Jackson Luis Martins Cacciamani Daian Guilherme Pinto de Oliveira	Modelo	Escola	-	Perspectiva do aluno	Ciências	Materiais de baixo custo
EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2017	ANÁLISE DE UMA ATIVIDADE DIDÁTICA DE CIÊNCIAS MEDIADA POR UMA ANALOGIA ENTRE UMA CÉLULA EUCARIONTE E O FUNCIONAMENTO DE UM LABORATÓRIO DE QUÍMICA	Fátima de Cássia Oliveira Gomes Anderson Arthur Rabello Mariana de Lourdes Almeida Vieira Alexandre da Silva Ferry Ronaldo Luiz Nagem	Analogia	Escola	-	Perspectiva do aluno	Ciências	-

EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2017	MÓBILES ATÔMICOS: UMA PERCEPÇÃO ATÔMICA ATRAVÉS DOS FILTROS DOS SONHOS	Vandressa Alves Edivando Alves	Modelo	Escola	-	Perspectiva do aluno	Química	Materiais de baixo custo
EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2017	A UTILIZAÇÃO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS E O USO DE REPRESENTAÇÕES NO ENSINO DE CINÉTICA QUÍMICA	Natany Dayani de Souza Assai Leila Inês Follmann Freire	Modelo	Escola	-	Perspectiva do aluno	Química	-
EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2017	CONSTRUÇÃO DE MODELO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS: SISTEMA URINÁRIO	Josélia dos Santos Alexandre Valdir Alves de Mendonça Maisa Clari de Farias Barbalho de Mendonça	Modelo	Escola	-	Perspectiva do aluno	Ciências	Materiais de baixo custo
EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2019	ENSINO DE GEOMETRIA MOLECULAR POR MEIO DO USO DE MODELO FÍSICO CONSTRUÍDO COM MATERIAIS RECICLÁVEIS E DE BAIXO CUSTO	Grazielle de Oliveira Setti Gustavo Bizarria Gibin Luiz Henrique Ferreira	Modelo	Escola	-	Perspectiva do aluno	Química	Materiais de baixo custo
EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2019	FLORA NATIVA NO ENSINO DE BOTÂNICA: PROPOSTA DE MODELO DIDÁTICO DE FRUTO	Gabriela de Souza Fontes Leticia Elias Elisa Mitsuko Aoyama	Modelo	Escola	-	Perspectiva do aluno	Ciências	Materiais de baixo custo
EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2019	PRÁTICA EDUCATIVA EM ETNOBOTÂNICA PARA ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL	Sebastiana Micaela Amorim Lemos Jozana Anadias Pinheiro George Pimentel Fernandes	Modelo	Escola	-	Perspectiva do aluno	Ciências	Deficiência Visual/ Materiais de Baixo Custo

EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2020	UM ESTUDO SOBRE INDÍCIOS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM ATIVIDADES EXPERIMENTAIS COM ENFOQUE NO PROCESSO DE MODELAGEM CIENTÍFICA NO ENSINO MÉDIO	Camila Brito Collares da Silva Pedro Fernando Teixeira Dorneles Leonardo Albuquerque Heidemann	Modelagem	Escola	-	Perspectiva do aluno	Física	-
EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2020	CONSTRUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE MODELOS DIDÁTICOS DE PEDICULUS HUMANUS CAPITIS PARA DISCUSSÃO SOBRE PEDICULOSE EM UMA ESCOLA DO CAMPO	Kamila Jéssica de Oliveira Silva Catarina Teixeira Fernando Lourenço Pereira	Modelo	Escola	-	Perspectiva do aluno	Ciências	Parasitas/Materiais de Baixo Custo
EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2020	INTERDISCIPLINARIDADE: EXPERIÊNCIA COM OS ESTUDANTES DE ENSINO MÉDIO SOBRE SUSTENTABILIDADE	Cassiano Scott Puhl Luiz Alberto Lorenzi Filho Juliana Lopes Froehlich Isabel Cristina Machado de Lara Marcelo Amaral-Rosa	Modelagem	Escola	-	Perspectiva do aluno	Ciências	-
EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2020	A MODELAGEM MATEMÁTICA COMO FERRAMENTA INVESTIGATIVA NOS PROCESSOS DE ENSINO E DE APRENDIZAGEM DE FÍSICA	Nayara França Alves Marcia Jussara Hepp Rehfeldt Italo Gabriel Neide	Modelagem	Escola	-	Perspectiva do professor	Física	-
INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2010	MODELOS E OUTRAS REPRESENTAÇÕES MENTAIS NO ESTUDO DO DNA EM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO	Karen Cavalcanti Tauceda José Cláudio Del Pino	Modelo	Escola	Análise do Livro Didático	Perspectiva do aluno	Biologia	-

INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2011	ANALOGIAS EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA NO ENSINO DE ZOOLOGIA	Saulo César Seiffert Santos Augusto Fachín Terán Maria Clara Silva-Forsberg	Analogia	-	Análise do Livro Didático	-	Biologia	-
INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2012	INTERAÇÕES DISCURSIVAS E O USO DE ANALOGIAS NO ENSINO DE FÍSICA	Fernanda Cátia Bozelli Roberto Nardi	Analogia	Estágio	-	Perspectiva do professor	Física	-
INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2012	MODELOS COMPUTACIONAIS NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE FÍSICA: UM REFERENCIAL DE TRABALHO	Ives Solano Araujo Eliane Angela Veit Marco Antonio Moreira	Modelo	-	Revisão Bibliográfica	Perspectiva do aluno	Física	-
INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2013	ABORDANDO A ISOMERIA EM COMPOSTOS ORGÂNICOS E INORGÂNICOS: UMA ATIVIDADE FUNDAMENTADA NO USO DE SITUAÇÕES-PROBLEMA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA	José Euzébio Simões Neto Angela Fernandes Campos Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino Júnior	Modelo	Universidade	-	Perspectiva do professor	Química	-
INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2016	ANALOGIAS EM LIVROS DIDÁTICOS DESTINADOS AO ENSINO SUPERIOR: QUÍMICA ORGÂNICA VERSUS FÍSICO-QUÍMICA	Josué Martins Gonçalves Murilo Sérgio da Silva Julião	Analogia	-	Análise do Livro Didático	-	Química	-
INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2018	MODELAGEM ANALÓGICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS	Nilmara Braga Mozzer Rosária da Silva Justi	Modelagem	Escola	-	Perspectiva do professor e aluno	Química	-
INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2018	REPRESENTAÇÕES NÃO LINGUÍSTICAS E JOGOS COOPERATIVOS COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO E	Gabriel Mathias Carneiro Leão André Andrian Padial Marco Antonio Ferreira Randi	Modelo	Escola	-	Perspectiva do aluno	Biologia	-

		APRENDIZAGEM DA BIOLOGIA CELULAR							
INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2018	OBSTÁCULOS COGNITIVO-EPISTEMOLÓGICOS E MODELOS EXPLICATIVOS NO ESTUDO SOBRE A ESTRUTURA DA MATÉRIA NAS AULAS DE FÍSICA	Márlon Pessanha	Modelo	Escola	-	Perspectiva do aluno	Física	-
INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2018	DIFICULDADES E AVANÇOS NO DOMÍNIO DO CAMPO CONCEITUAL DA MODELAGEM DIDÁTICO-CIENTÍFICA: UM ESTUDO DE CASO EM UMA DISCIPLINA DE FÍSICA EXPERIMENTAL	Leonardo Albuquerque Heidemann Ives Solano Araujo Eliane Angela Veit	Modelagem	Universidade	-	Perspectiva do aluno	Física	-
INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2019	ROTAS DE TRANSIÇÃO MODAL E O ENSINO DE REPRESENTAÇÕES ENVOLVIDAS NO MODELO CINÉTICO MOLECULAR	Ana Luiza de Quadros Marcelo Giordan	Modelo	Escola	-	Perspectiva do professor e aluno	Química	-
INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2019	MODELAGEM TRIDIMENSIONAL: REFLEXÕES DE FUTUROS PROFESSORES DE QUÍMICA PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DA INTERAÇÃO ENZIMA-SUBSTRATO	Joyce Fernandes Almeida Keila Bossolani-Kiill	Modelagem	Universidade	-	Perspectiva do professor	Química	-
INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2019	CONCEPÇÕES EPISTEMOLÓGICAS DE LARRY LAUDAN: UMA AMPLA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA NOS PRINCIPAIS PERIÓDICOS	Carlos Alexandre dos Santos Batista Luiz O. Q. Peduzzi	Analogia	-	Revisão Bibliográfica	-	Física	-

		BRASILEIROS DO ENSINO DE CIÊNCIAS E ENSINO DE FÍSICA							
INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2019	A INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA-CULTURAL COMO FORMA DE SUPERAR O ENCAPSULAMENTO ESCOLAR: UMA INTERVENÇÃO COM BASE NA TEORIA DA ATIVIDADE PARA O CASO DO ENSINO DAS FASES DA LUA	Leonardo Lago José Luís Ortega Cristiano Mattos	Modelo	Escola	-	Perspectiva do aluno	Ciências	-
INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2019	UMA ANÁLISE DAS INTERAÇÕES DISCURSIVAS EM UMA AULA INVESTIGATIVA DE CIÊNCIAS NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL SOBRE MEDIDAS PROTETIVAS CONTRA A EXPOSIÇÃO AO SOL	Leandro da Silva Barcellos Geide Rosa Coelho	Modelo	Escola	-	Perspectiva do aluno	Ciências	-
INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2019	CONTRIBUIÇÕES DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM MODELOS TÁTEIS PARA AS REPRESENTAÇÕES MENTAIS DE ALUNOS UNIVERSITÁRIOS SOBRE PROTEÍNAS	Marília Faustino da Silva Nelma Regina Segnini Bossolan	Modelo	Universidade	-	Perspectiva do aluno	Ciências	Materiais de baixo custo
INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2020	PESQUISA BIBLIOGRÁFICA: AS REAÇÕES DE OXIRREDUÇÃO DE ACORDO COM OS MODELOS MENTAIS	Ângela Malvina Durand Isabel Krey Garcia	Modelo	-	Revisão Bibliográfica	-	Química	-

INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS	2020	UMA REFLEXÃO SOBRE O USO DE ANALOGIAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS E O DESDOBRAMENTO MULTIMODAL DA REALIDADE: O EXEMPLO DE TÓPICOS DA TEORIA DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA	Saulo Cezar Seiffert Santos	Analogia	-	Revisão Bibliográfica	-	Biologia	-
REVISTA BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO	2012	A ANALOGIA COMO UM RECURSO ARGUMENTATIVO NO ENSINO DE CIÊNCIAS	Márcio Silveira Lemgruber Helena Rivelli de Oliveira	Analogia	Escola	-	Perspectiva do professor	Ciências	-
REVISTA DEBATES EM ENSINO DE QUÍMICA	2016	FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA E PROFISSIONALIZAÇÃO DOCENTE: UM ESTUDO ACERCA DOS SABERES RELATIVOS AOS MODELOS NO ENSINO DE QUÍMICA	Analice de Almeida Lima Maria Elizabete Pereira dos Santos Suely Alves da Silva Sandra Rodrigues de Souza Virgínia Maria Loureiro Xavier	Modelo	Universidade	-	Perspectiva do professor	Química	-
REVISTA DEBATES EM ENSINO DE QUÍMICA	2016	O PAPEL DAS IMAGENS FOTOGRÁFICAS NO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO EM SALA DE AULA DE QUÍMICA	Tânia Cristina Vargas Sana Dirceu Donizetti Dias de Souza Agnaldo Arroio	Modelagem	Escola	-	Perspectiva do aluno	Física	-
REVISTA DEBATES EM ENSINO DE QUÍMICA	2017	ESTUDO DA COMPLEXIDADE DE ABORDAGENS ENVOLVENDO PERGUNTAS FORMULADAS POR ESTUDANTES E PROFESSORES EM AULAS DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA	Cristiano Centeno Specht Marcus Eduardo Maciel Ribeiro Maurivan Güntzel Ramos	Modelo	Escola	-	Perspectiva do professor e aluno	Química	-

REVISTA DEBATES EM ENSINO DE QUÍMICA	2017	AS DIFICULDADES DE COMPREENSÃO SOBRE O CONCEITO DE SOLUÇÃO REPRESENTADO EM NÍVEL SUBMICROSCÓPICO POR ESTUDANTES LATINO AMERICANO	Gustavo Bizarria Gibin	Modelo	Universidade	-	Perspectiva do aluno	Química	-
REVISTA DEBATES EM ENSINO DE QUÍMICA	2018	EXPLORANDO CONCEITOS DA TERMODINÂMICA ATRAVÉS DE UMA PROPOSTA INVESTIGATIVA	José Alves Mendes Júnior Everaldo Sebastião da Silva Augusto César Lima Moreira	Modelo	Universidade	-	Perspectiva do professor	Física	-
REVISTA DEBATES EM ENSINO DE QUÍMICA	2018	AVALIAÇÃO DIDÁTICA DOS MATERIAIS ALTERNATIVOS NO CONTEÚDO DE GEOMETRIA MOLECULAR: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE QUÍMICA	Malena Gomes Martins Geraldo Fernando Gonçalves de Freitas Pedro Hermano Menezes de Vasconcelos	Modelo	Escola	-	Perspectiva do aluno	Química	Materiais de baixo custo
REVISTA DEBATES EM ENSINO DE QUÍMICA	2019	A LINGUAGEM COMO COMUNICAÇÃO E MODO DE APRENDER: A ANÁLISE DE NARRATIVAS DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS DA NATUREZA	Simone Mertins Carla Melo da Silva Maurivan Güntzel Ramos	Analogia	Universidade	-	Perspectiva do professor	Ciências	-
REVISTA DEBATES EM ENSINO DE QUÍMICA	2020	EXPLORANDO APRENDIZAGENS DE E SOBRE CIÊNCIAS DE ALUNOS DA EDUCAÇÃO BÁSICA	Marina Martins Rosária Justi	Modelo	Escola	-	Perspectiva do professor e aluno	Química	-

Fonte: Shyrlana Souza Porto, autora da pesquisa.