Ronaldo Luiz Nagem
Siane Paula de Araujo
Maria de Fátima Marcelos
(Orgs.)

A & M 20 ANOS

Formação e Atuação de Pesquisadores em Analogias, Metáforas e Modelos







O que é possível fazer quando se tem conhecimento sobre uma Lei Universal? O que se fez e o que se faz com o conhecimento sobre a lei da Gravidade? É possível construir prédios enormes, mover um automóvel, comandar um navio, fazer voar um avião, sair da órbita da Terra... e... O que é possível fazer quando se tem conhecimento sobre a Lei da Analogia? Embora esse conhecimento esteja para nós ainda no início, é possível ao leitor de *A&M 20 anos: formação e atuação de pesquisadores em Analogias, Metáforas e Modelos* ter uma pequena ideia das imensas possibilidades e aplicabilidades, para muitas áreas do conhecimento humano, das pesquisas e atributos do pensamento analógico e ou metafórico. Indo além de seus papéis como figuras de linguagem, as Analogias e Metáforas - *A&M* - assumem outras funções ligadas à Educação, às Ciências, à Tecnologia e às Artes juntamente com os modelos.



Ronaldo Luiz Nagem é fundador dos grupos AMTEC e GEMATEC, pesquisador e líder (1998-2021) do grupo AMTEC/CNPq/CEFET-MG. Pós-doutor em Educação (UMINHO- Portugal), Doutor em Parasitologia (UFMG), graduado em Ciências Biológicas (UFMG). Foi docente na UFMG por 22 anos (1973-1995) atuando no COLTEC e no CECIMG/FAE e no Mestrado em Educação Tecnológica do CEFET-MG por mais 22 anos (1997-2019).



Siane Paula de Araujo é pós-doutora em Educação Tecnológica pelo CEFET-MG junto ao Grupo de Pesquisa AMTEC da mesma instituição, onde atua como pesquisadora colaboradora desde 2014. Membro da coordenação do GEMATEC desde 2019. Doutora em Artes pela EBA/UFMG, mestra em Estudos de Linguagens (CEFET-MG) e graduada em Educação Física (UFMG).



Maria de Fátima Marcelos é coordenadora do grupo GEMATEC/CEFET-MG, pesquisadora e vice-líder (2009-2021) do grupo AMTEC/CNPq/CEFET-MG. Mestra em Educação Tecnológica (CEFET-MG), especialista em Educação, graduada em Ciências (PUC Minas), graduanda em Psicologia (PUC Minas). Atuou como professora de Ciências e Biologia da Prefeitura de Belo Horizonte -PBH e da Fundação de Ensino de Contagem - FUNEC por 25 anos.

9 786559 173730

editora Pfi .org

CC BY SA

A&M 20 anos



Diretor da série:

Herlon Alves Bezerra (IF Sertão-PE - Pernambuco, Brasil)

Conselho Editorial:

Alexandre Franca Barreto (Univasf - Pernambuco, Brasil)

Ana Patrícia Frederico Silveira (IF Sertão-PE - Pernambuco, Brasil)

André Ricardo Dias Santos (IF Sertão-PE - Pernambuco, Brasil)

Antonio Marcos da Conceição Uchoa (IF Sertão-PE - Pernambuco, Brasil)

Bartolomeu Lins de Barros Júnior (IF Sertão-PE - Pernambuco, Brasil)

Edivânia Granja da Silva Oliveira (IF Sertão-PE - Pernambuco, Brasil)

Bernadete de Lourdes Ramos Beserra (UFC - Ceará, Brasil)

Carlos Alberto Batista Santos (Uneb - Juazeiro, Brasil)

Carlos César Leal Xavier (Ensp/Fiocruz - Rio de Janeiro, Brasil)

Carlos Eduardo Panosso (IFTO - Tocantins, Brasil)

Caroline Farias Leal Mendonça (Unilab - Ceará, Brasil)

Dilsilene Maria Ayres de Santana (UFT - Tocantins, Brasil)

Edson Hely Silva (UFPE - Pernambuco, Brasil)

Eduardo Barbosa Vergolino (IF Sertão-PE - Pernambuco, Brasil)

Eliana de Barros Monteiro (Univasf - Pernambuco, Brasil)

Francisco Gilson Rebouças Porto Júnior (UFT - Tocantins, Brasil)

Gabriel Kafure da Rocha (IF Sertão-PE - Pernambuco, Brasil)

Juliano Varela de Oliveira (IF Sertão-PE - Pernambuco, Brasil)

Helder Manuel Guerra Henriques (IPP, ESECS - Portugal)

Juracy Marques (Uneb - Paulo Afonso, Brasil)

Leandro de Proença Lopes (Unilab - Ceará, Brasil)

Léo Barbosa Nepomuceno (UFC - Ceará, Brasil)

Marcelo Silva de Souza Ribeiro (Univasf - Pernambuco, Brasil)

Márcia Farias de Oliveira Sá (IF Sertão-PE - Pernambuco, Brasil)

Matheus Henrique da Fonseca Barros (IF Sertão-PE - Pernambuco, Brasil)

Sebastião Francisco de Almeida Filho (IF Sertão-PE - Pernambuco, Brasil)

Tito Eugênio Santos Souza (IF Sertão-PE - Pernambuco, Brasil)

Mariana Tavares Cavalcanti Liberato (UFC - Ceará, Brasil)

Pablo Dias Fortes (Ensp/Fiocruz - Rio de Janeiro, Brasil)

A&M 20 anos

Formação e atuação de pesquisadores em analogias, metáforas e modelos

Organizadores
Ronaldo Luiz Nagem
Siane Paula de Araujo
Maria de Fátima Marcelos



Assessoria editorial: Eliene Diniz dos Santos
Consultoria editorial: Karla Menezes Lopes Niels
Diagramação: Marcelo A. S. Alves
Capa: Carole Kümmecke - https://www.conceptualeditora.com/
Arte da Capa: Luhan Dias
Revisores colaboradores: Andrea Cristina Maggi, Arielle Aline da Cruz Pereira, Cristiane Ribeiro Coelho, Karla Menezes Lopes Niels, Fernanda Tonholi Sasso Curanishi.
Apoio institucional: Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica do CEFET-MG e pesquisadores dos grupos AMTEC e GEMATEC

O padrão ortográfico e o sistema de citações e referências bibliográficas são prerrogativas de cada autor. Da mesma forma, o conteúdo de cada capítulo é de inteira e exclusiva responsabilidade de seu respectivo autor.

Todos os livros publicados pela Editora Fi
estão sob os direitos da Creative Commons 4.0
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt_BR

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

NAGEM, Ronaldo Luiz; ARAUJO, Siane Paula de; MARCELOS, Maria de Fátima (Orgs.)

A&M 20 anos: formação e atuação de pesquisadores em analogias, metáforas e modelos [recurso eletrônico] / Ronaldo Luiz Nagem; Siane Paula de Araujo; Maria de Fátima Marcelos (Orgs.) -- Porto Alegre, RS: Editora Fi, 2022.

420 p.

ISBN - 978-65-5917-373-0
DOI - 10.22350/9786559173730

Disponível em: http://www.editorafi.org

1. Formação; 2. Pesquisa; 3. Analogias; 4. Metáforas; 5. Modelos; I. Título.

CDD: 370

Índices para catálogo sistemático:
1. Educação 370

O legado do Prof. Ronaldo Luiz Nagem
Analogias e Metáforas na Educação, nas Artes e na Tecnologia

Dácio G. Moura

Como amigo e colega de trabalho do Prof. Dr. Ronaldo Luiz Nagem, anteriormente na UFMG e posteriormente no CEFET-MG, no Curso de Mestrado em Educação Tecnológica, tive o prazer e a honra de acompanhar o nascimento do GEMATEC e depois AMTEC originados nas ideias e nos ideais do Prof. Ronaldo, que trouxe para o CEFET-MG, no ano de 1997, o tema das "analogias e metáforas na educação, nas artes e na tecnologia", como era inicialmente denominado.

Esse foi o tema que o Prof. Ronaldo defendeu em sua Monografia de exame de seleção pública de professores para o corpo docente do Curso de Mestrado, de cuja banca examinadora tive o prazer de participar.

Logo após seu ingresso nesse Curso de Mestrado, o Prof. Ronaldo iniciou o seu trabalho de criação de disciplinas e de projetos de pesquisas envolvendo a temática das analogias e metáforas, dando início a um conjunto incontável de atividades de estudos, pesquisas e orientações tendo como base essa grande temática.

Sempre me impressionou no Prof. Ronaldo a sua capacidade extraordinária para criação de projetos envolvendo estudos e pesquisas com a participação de muitas pessoas, entre interessados, alunos e até professores da escola, abordando uma temática relativamente nova na instituição e no próprio campo da educação tecnológica.

Nos grupos do GEMATEC e AMTEC se destacaram, desde sempre, o entusiasmo e a dedicação das pessoas que ali conviviam e trocavam os

resultados de seus estudos e pesquisas. Tive o prazer de participar de vários dos inúmeros momentos de atividades desses dois grupos, como seminários, debates e atividades de orientação e avaliação de trabalhos, pesquisas e produção de artigos e dissertações de mestrado.

Sempre me chamou a atenção o incentivo constante do Prof. Ronaldo para os trabalhos envolvendo também as atividades de ensino utilizando metodologias baseadas nas concepções de analogias e metáforas.

Vi muitos trabalhos sendo produzidos ao longo dessas duas décadas de orientação paciente e perseverante do Prof. Ronaldo, focalizando uma diversidade rica e interessante de aspectos conceituais e metodológicos.

Vi muitos alunos iniciarem seus mestrados, dando os seus primeiros passos nessa grande temática das analogias e metáforas, e se tornando depois pesquisadores e professores renomados de várias instituições.

Ao longo dessa caminhada de duas décadas, tive a oportunidade de participar de muitos debates inesquecíveis junto com o Prof. Ronaldo e a sua equipe, algumas vezes discutindo as nuances e as diferenciações entre os conceitos de analogia, metáfora, analógico e lógico e o significado e a função do processo analógico na formação e desenvolvimento da mente humana.

Sempre me impressionou o destaque que o Prof. Ronaldo dava à concepção interessante de analogia formulada pelo pensador argentino Carlos B. González Pecotche, que a distinguia como uma lei universal que atua naturalmente no desenvolvimento da mente humana assim como nos processos de aprendizagem e de construção dos conhecimentos. Essa concepção dá às analogias e metáforas uma hierarquia enorme no conjunto das questões de ponta nos campos das teorias do conhecimento e da psicologia do desenvolvimento humano.

Reproduzo aqui um aspecto dessa concepção que nos propiciou muitas reflexões e incentivo para o trabalho com as analogias e metáforas:

> La vida ha enseñado a los seres humanos miles y miles de cosas, pero, naturalmente, nadie ha tenido la capacidad suficiente para comprender todas esas cosas, haciendo uso de la Ley de Analogía. (...) en el mundo se cumplen muchos procesos que pueden enseñar a los seres, por analogía, como deben cumplirse otros similares, haciendo uso de la misma ley. (Conferencia de C.B. González Pecotche, en 06/12/1947)

Hoje, vendo surgir agora mais uma obra impulsionada pelo Prof. Ronaldo, constituída por esse livro de descrição e registro histórico da caminhada desses grupos de estudos e pesquisas, GEMATEC e AMTEC, sinto-me feliz e agradecido por todas as oportunidades que tive de assistir e de participar de muitas de suas atividades.

Por tudo que já se fez e já se viveu e que agora fica aqui registrado, podemos afirmar com muita segurança que o caminho está aberto e pavimentado e muito promissor para gerar ainda muitos resultados.

Ficam aqui essas palavras de louvor, de agradecimento e de incentivo ao Prof. Ronaldo e aos inúmeros participantes, antigos e atuais, de sua equipe.

Parabéns, estimado Prof. Ronaldo Nagem, pelo legado de sua Obra aqui registrada, neste belo e completo manual.

Carta ao leitor

Ronaldo Luiz Nagem
Siane Paula de Araujo
Maria de Fátima Marcelos

A&M 20 anos: formação e atuação de pesquisadores em analogias, metáforas e modelos começou bem antes. Não é uma obra perfeita e nem completa. Para torná-la melhor, é necessário acrescentar uma parte "invisível" desses 20 anos: a história de vida de cada um dos pesquisadores, alunos, estagiários, bolsistas e voluntários. De forma livre e espontânea, todos esses construíram os dois grupos: um de estudos (GEMATEC) e um de pesquisas (AMTEC). Grupos acolhidos pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET MG – que, além do apoio estrutural e funcional, deu a liberdade ampla e irrestrita de estudo, pesquisa e extensão junto ao Departamento de Educação e ao Programa de Mestrado em Educação Tecnológica.

Essas histórias de vida, recheadas de amor, respeito e consideração pela forma de ver e de sentir o mundo do outro, geraram uma equipe. Cada um tem seu papel relevante, não importando qual seja. Nota-se que a totalidade de um grupo perpassa pelas afetações, indo muito além da soma de suas partes. A todos esses parceiros, nossos mais sinceros votos de sucesso, de alegria, de trabalho e de ajuda, primeiro a si mesmo e depois ao outro.

Organizado por nós, "três aventureiros", sendo parte das atividades de pós-doutorado de Siane, o livro traz a contribuição de vários participantes. Dentre eles, a Eliene com sua assessoria editorial, o professor Alexandre que gentilmente acolheu a proposta do livro aos

projetos do PPGET, o Luhan que elaborou a arte da capa, os estimados autores de cada capítulo ou resumo e os revisores voluntários. Além de todos os que, de alguma forma, fizeram parte da história do AMTEC/GEMATEC com especial estima ao professor Ivo, que se mantém firme nessa jornada desde os seus primórdios. Destacamos e agradecemos ainda ao professor Mauro Condé (UFMG), pelas contribuições no campo da Filosofia e ao professor Dácio, companheiro de longa data dessa história: nos estudos e pesquisas, na Academia, na Logosofia, e que nos agraciou com o texto inicial.

Esclarecemos, em tempo, que a concepção dos grupos GEMATEC e AMTEC recebeu influência significativa da obra completa de Gonzalez Pecotche, (autor da Logosofia) como uma Ciência que ensina o conhecimento de si mesmo e pensamentos que conduzem a vida humana. A influencia se deu da conexão entre o humano e o científico no sentido de que, quando alguém lida consigo mesmo, aprende, também, a lidar com os demais. A orientação se deu pelo afeto (amor feito consciência) a si próprio e aos demais, pela lei de repetição (inteligente) e da lei da analogia. Uma vez conectando esses conhecimentos entre si, de maneira ativa e prática, pode se constituir uma forma de vida e de trabalho, em conjunto, um pouco diferente das demais.

Embora analogias, metáforas e modelos sejam objetos de estudos desde Aristóteles, para nós ainda há muito a fazer. Acreditamos que a leitura de *A&M 20 anos: formação e atuação de pesquisadores em analogias, metáforas e modelos* pode dar uma pequena ideia das imensas possibilidades e aplicabilidades para muitas áreas do conhecimento humano. São exemplos, as descobertas de novos atributos do pensamento analógico e do metafórico. Assim, as A&M assumem não só papeis linguísticos, mas também outras funções ligadas às áreas da Educação, da Ciência, da Tecnologia e das Artes. Bom proveito!

Indice

Apresentação e Breve Histórico 15

Parte 1

1 32

Guarda-chuva de ideias

Ronaldo Luiz Nagem
Maria de Fátima Marcelos
Siane Paula de Araujo

Parte 2

2 103

O papel do design na divulgação da ciência: o projeto animando o ano da luz

Anderson Antônio Horta
Clara Santana Lins Cerqueira
Daniela Martins Barbosa Couto
Délcio Julião Emar de Almeida
Michelle Alvarenga Pinto Cotrim
Júlio César Alessi de Carvalho Lafetá
Rita Aparecida da Conceição Ribeiro

3 124

Comparação analógica entre o corpo humano e uma orquestra musical: possibilidades pedagógicas para o ensino de biologia

Érica Dinorá Portela
Leila Saddi Ortega
Alexandre da Silva Ferry
Ronaldo Luiz Nagem

4 148

Produção e aplicação de modelos de aprendizagem e o STEAM *Education*

Siane Paula de Araujo
Ronaldo Luiz Nagem
Luhan Dias Souza
Ivo de Jesus Ramos
Maurício Silva Gino

5 **170**

Analogias nas ciências da saúde

Eliene Diniz dos Santos

João Rodolfo Lauton M. de Souza

Ronaldo Luiz Nagem

6 **198**

Jogo de empresas como modelo na educação gerencial

Suryam Guimarães Lima

Ronaldo Luiz Nagem

Raquel Quirino

7 **218**

A teoria do mapeamento estrutural das analogias como referencial teórico para estudos e pesquisas no GEMATEC

Alexandre da Silva Ferry

8 **236**

Ciência e comunidades – desafios e criatividade no desenvolvimento de objetos de aprendizagem baseados em modelos

Cláudia Gomes França

Leila Saddi Ortega

9 **259**

Uma reflexão sobre o ensino de ciências e o STEAM: a função da criatividade

Josefina Barrera Kalhil

César E. Mora Ley

10 **274**

O raciocínio lógico no contexto de ensino e de aprendizagem

Tamires Sousa Batista

Marina Chaves Silva

Ronaldo Luiz Nagem

11 **291**

O raciocínio analógico no contexto de ensino e de aprendizagem

Marina Chaves Silva

Tamires Sousa Batista

Ronaldo Luiz Nagem

Parte 3

Catálogo de Resumos **317**

Apresentação e Breve Histórico

O objetivo deste livro é celebrar os mais de vinte anos de estudo e investigação em Analogias, Metáforas e Modelos (A&M) na formação e atuação de pesquisadores em diversas áreas do conhecimento de forma a ampliar a visibilidade e memória do trabalho desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa AMTEC (*Analogias, Metáforas e Modelos na Tecnologia, na Educação e na Ciência*). O Grupo é reconhecido pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (PPGET/CEFET-MG) e registrado no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) desde 1998. Suas ações são desenvolvidas junto ao GEMATEC[1] (*Grupo de Estudos em Analogias, Metáforas e Modelos na Tecnologia, na Educação e na Ciência)*, projeto de extensão vinculado ao Departamento de Educação do CEFET-MG. Além disso, a obra propõe divulgar conceitualmente a temática de forma a promover o diálogo entre pesquisadores da Educação, da Tecnologia, da Ciência e também de outras áreas, como da Arte, ampliando a rede de colaboração e trabalho a respeito.

Os estudos em A&M são recorrentes na literatura desde os tempos de Aristóteles. Historicamente, analogias e metáforas são assuntos considerados e pesquisados vastamente no campo da linguística e literatura, mas ainda pouco considerados nos estudos e pesquisas na área da Educação, em especial, no Ensino de Ciências, no Brasil. Em

[1] Projeto de Extensão criado pelo professor Ronaldo Luiz Nagem em 1998 e aprovado, em 2005, pelo Conselho Departamental do CEFET. O GEMATEC tem por objetivo reunir interessados, de diversas áreas do conhecimento, na temática de A&M, promovendo, atualmente, encontros semanais realizados em forma de palestras e debates ou oficinas. Está vinculado ao Departamento de Educação e tem parceria com o Mestrado em Educação Tecnológica. Em decorrência da aposentadoria do professor Ronaldo, autor do projeto, o grupo é coordenado atualmente pelo professor doutor Alexandre da Silva Ferry, junto com a pesquisadora Ma. Maria de Fátima Marcelos. Vide a página do grupo disponível em: http://www.dedu.cefetmg.br/gematec/. Acesso em: 16 fev. 2021.

contrapartida, os modelos são utilizados vastamente como recurso pedagógico no campo científico e apresentam uma forte relação com as analogias e metáforas, de forma a estabelecer o diálogo das três temáticas da A&M com diversas áreas do conhecimento. Entretanto, é importante considerar que, ao longo das últimas décadas, diversos autores têm discutido os conceitos, as consequências do uso de A&M e as maneiras pelas quais seus elementos podem ser utilizados nos processos de ensino e de aprendizagem e na mudança do perfil conceitual do aluno de distintas áreas do conhecimento. Entre esses trabalhos, destaca-se também os desenvolvidos pelos grupos AMTEC e GEMATEC ao longo de mais de duas décadas de atuação pautada no tripé ensino, pesquisa e extensão.

Nesse sentido, os textos apresentados, nesse livro, também possuem como finalidade apresentar o trabalho desenvolvido de maneira a contribuir com o processo de formação e atuação dos pesquisadores e demais interessados na temática. Em especial, a partir de sua relação com o campo da Educação Tecnológica, destacando temas como o papel das A&M em sala de aula, em livros didáticos, nos processos de ensino e de aprendizagem, de formação docente e profissional, dentre outros assuntos. Além disso, propõe o aprofundamento nos caminhos alternativos de estudos e pesquisas de distintas áreas do saber e suas relações com a sociedade.

Vale ressaltar que todo o estudo aqui apresentado teve sua gênese no trabalho desenvolvido pelo professor doutor Ronaldo Luiz Nagem. O primeiro deles, no início da década de 1990, no Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais (CECIMIG), enquanto docente do curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* – especialização - em Ensino de Ciências na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Destaca-se, nesse contexto, a oferta, pela primeira vez, da disciplina *Analogias e Metáforas* nesse curso e a orientação do trabalho de conclusão da aluna

Amarlei de Almeida Melo Carvalho, intitulado *Imagens e Analogias no Ensino de Ciências: uma pequena revisão bibliográfica*. Dessas duas experiências iniciou-se o projeto que, mais tarde no CEFET-MG, foi designado *ABCdados* com o propósito de construir um banco de dados de referências sobre as A&M e à publicação do livro: *Índice de Analogias e Metáforas – Referências Bibliográficas sobre Analogias e Metáforas na Tecnologia, na Ciência e na Arte* (2004).

Em 1997, após o professor se aposentar da UFMG, prestou concurso público para ingressar na carreira docente do CEFET-MG. Nessa ocasião, apresentou o seminário *Expressão e Recepção do Pensamento Humano e sua Relação com o Processo de Ensino e de Aprendizagem no Campo da Ciência e da Tecnologia – Imagens, Metáforas e Analogias* o qual foi defendido e aprovado, passando a lecionar, desde então, no Mestrado em Tecnologia da instituição, atual PPGET. A partir do desdobramento desse seminário, o professor realizou suas atividades docentes no referido curso de mestrado, sendo a primeira disciplina ofertada no segundo semestre de 1997, intitulada *Seminários – Epistemologia e Analogia na Tecnologia*. Logo no ano seguinte, foi ofertada a disciplina *Analogias e Metáforas*[2] que deu origem às duas disciplinas, em vigor, desde então[3], na pós-graduação, a saber: *Analogias, Metáforas e Modelos na Tecnologia, na Educação e na Ciência* e a disciplina *Reconstrução de Modelos por Analogias (REMODA)*. Como fruto dessas disciplinas, outros trabalhos foram desenvolvidos de forma a ampliar a rede de pesquisa e pesquisadores, bem como na fundação dos grupos de pesquisa e estudo AMTEC e GEMATEC, e está caminhando para a consolidação de um Centro de Referência em A&M.

[2] Disciplina que se desmembrou em *Analogias e Metáforas* I, II e III, ofertadas em semestres respectivos.

[3] A partir de 2021 as disciplinas do curso de Mestrado em Educação Tecnológica estão se reestruturando e assumindo novas designações, porém as disciplinas relacionadas às A&M permanecem.

A disciplina *REMODA* teve sua origem, não ao mesmo tempo, mas da mesma forma como ocorreu, pela primeira vez no mestrado, no segundo semestre de 1998, pela sua oferta como *Tópicos Avançados em Educação Tecnológica I*: *Analogias, Metáforas e Modelos na Tecnologia, na Educação e na Ciência*. Pouco tempo depois, a disciplina ministrada na modalidade *Tópicos Avançados* passou a fazer parte da grade de optativas relativas à linha de pesquisa *Práticas Educativas em Ciência e Tecnologia* do curso de mestrado e oferecida pelo professor Ronaldo, desde então.

Dessa forma, essas disciplinas estão inseridas dentro da linha IV[4] do PPGET/CEFET-MG e, portanto, já ministradas pelos professores que a essa linha também integram, ou integraram, a saber: o professor Ronaldo Nagem – hoje aposentado, mas que ainda acompanha, voluntariamente, o trabalho nos Grupos AMTEC e GEMATEC –, o professor Dr. Alexandre da Silva Ferry[5] e o professor Dr. Ivo de Jesus Ramos[6]. Além da professora Dr. Siane Paula de Araújo que também já realizou atividades de ensino nessas disciplinas para cumprimento de parte do seu plano de atividades de Estágio Pós-Doutoral no PPGET/CEFET-MG junto ao AMTEC, no ano de 2019.

Em 1998, também foram criados os Grupos AMTEC e GEMATEC. Ressalta-se ainda, a inclusão da área de Artes aos propósitos de trabalho do grupo e como complemento de um ciclo capaz de contemplar e relacionar, de forma multi e até transdisciplinar os campos da Educação, da Ciência, da Tecnologia e das Artes. Nessa perspectiva, é interessante destacar que, durante cinco anos (2002-2006), o grupo de pesquisa AMTEC manteve também um grupo de estudos e práticas sobre *Ciências*

[4] Vale ressaltar que está em andamento o projeto de implementação do curso de doutorado em Educação Tecnológica no PPGET/CEFET-MG. Nesse processo, haverá uma mudança em relação às linhas de pesquisa do Programa, passando a se estruturar não mais em quatro, mas em apenas duas linhas, a saber: Linha: Educação e Cultura; Linha: Saberes e Processos Educativos.

[5] Docente efetivo e atual coordenador do PPGET/CEFET-MG.

[6] Docente efetivo do programa.

e Artes, denominado *Núcleo Interdisciplinar de Ciências e Humanidades* – NICHU, verificando, em culturas antigas, em especial a grega, a interseção entre as analogias, as metáforas e os modelos com a Arte, a História e a Tecnologia. Na época, era coordenado pelo professor Dr. Ewaldo Melo de Carvalho do mestrado em Tecnologia do CEFET-MG (hoje também aposentado) e pela ex-aluna do mesmo programa, hoje professora Dra. Ana Cristina Carvalho Pereira, da Escola de Belas Artes (EBA) da UFMG. Destacamos que, além de encontros semanais, os membros do NICHU realizaram duas viagens de imersão à Grécia para estudos *in loco*. Além disso, vale ressaltar que outros pesquisadores e professores na linha de trabalho em Artes também foram alunos do PPGET/CEFET-MG junto ao AMTEC, como o professor Dr. Mauricio Silva Gino, hoje também docente na EBA/UFMG e membro efetivo do Programa de Pós-graduação em Artes dessa mesma instituição.

O grupo de pesquisa AMTEC foi reconhecido e autorizado pela instituição e registrado no CNPq desde 1998. Desse período, até a presente edição, o grupo desenvolveu um vasto trabalho com cerca de 50 projetos que resultaram em mais de 100 artigos publicados em periódicos, anais de eventos e capítulos de livro, mais de 50 apresentações de trabalhos em eventos científicos nacionais e internacionais. Além da publicação regular de livros desde o ano de 2004 por pesquisadores do grupo e as mais de 50 dissertações defendidas com a temática, entre outras produções acadêmicas, tais como: de modelos análogos tecnológicos - como o Multiverso (modelo análogo ao espaço sideral em 3D em meio fluido) -, de software como o MAPES, para mapeamento estrutural de analogias, além de um banco de dados digital de banners apresentados pelo grupo, da videoteca analógica e de materiais didáticos diversos.

Salientamos, nesse contexto, que o Multiverso foi destaque, em 2012, na inauguração do Laboratório de Inovação em Recursos Educacionais

(LIRE) do Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST), a convite do professor Dr. Douglas Falcão, então, coordenador de Educação em Ciências do museu. Posteriormente, o projeto foi exposto com destaque em diferentes espaços, como o Espaço do Conhecimento da UFMG, o Museu de Ciências Naturais da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG), ambos em Belo Horizonte-MG, bem como no evento "Noite dos Investigadores" na Universidade do Minho, em Portugal, no ano de 2017, desta vez por meio do professor Dr. Alexandre da Silva Ferry, hoje líder do Grupo AMTEC.

Ao longo desses 20 anos, o AMTEC esteve presente em várias edições de eventos acadêmicos nacionais e internacionais, dos quais destacamos: o Encontro Nacional de Pesquisadores em Ensino de Ciências (ENPEC); Encontro Nacional de Educação em Ciências (ENEC) em Portugal; II Conference On Metaphor In Language And Thought; VI Congreso de Historia de las Ciencias y la Tecnología; Language, Culture and Mind International Conference (LCM); Seminário de la Asociación Latinoamericana de Investigación En Educación en Ciências (LASERA); International Organization of Science and Technology Education Symposium (IOSTE); Congreso Internacional Sobre Investigación En Didáctica De Las Ciencias. Neste último, realizado em 2013 na cidade de Girona, Espanha, o grupo AMTEC coordenou os 1º, 2º e 3º SIMATEC - Simpósio Internacional de Pesquisa em Analogias, Metáforas e Modelos na Tecnologia, na Educação e na Ciência.

Nesse sentido, esse livro busca sintetizar um pouco da essência de todo esse trabalho, que se mantém vivo e contínuo englobando diversas áreas do conhecimento. Os Grupos AMTEC e GEMATEC permitem, portanto, esse encontro entre áreas como Ensino de Ciências, Matemática, Biologia, Física, Química, História, Geologia, Astronomia, Design, Cinema de Animação, Dança, Letras, Arquitetura, Fisioterapia, Educação Afetivo-

Sexual, Administração, Informática, Recursos Humanos, Música e outros para o desenvolvimento de suas pesquisas, estudos e parcerias.

Cabe ressaltar que os Grupos AMTEC e GEMATEC receberam algumas visitas internacionais, dentre elas cabe destacar duas em sua trajetória. A primeira visita a se destacar foi da professora Dra. Conceição Medeiros Martins Duarte (*in memoriam*), da Universidade de Minho, Portugal. O primeiro encontro presencial entre a professora e membros do grupo de pesquisa, em especial com o professor Ronaldo Nagem, ocorreu em oportunidade de realização de um minicurso sobre a temática "O uso de analogias no ensino de ciências", durante o V Encontro Nacional de Pesquisadores de Ensino de Ciências (ENPEC), em 2005, na cidade de Bauru/São Paulo.

Naquela oportunidade, a professora ofereceu o minicurso dentro da proposta do ENPEC e da Escola de Formação de Pesquisadores. Coincidentemente, a professora Conceição havia sido parecerista do texto *Uma Proposta de Ensino com Analogias*, de autoria do professor Ronaldo e demais integrantes, o qual foi aprovado e publicado na Revista Portuguesa de Educação, em 2001. Em função desse fato, a professora Conceição reconheceu o professor Ronaldo em sala de aula e, a partir disso, iniciaram uma parceria de trabalho e pesquisa que resultou na visita da professora ao GEMATEC no mesmo ano, ofertando um mini curso sobre a temática para os mestrandos e demais participantes do grupo.

Durante a sua visita, ela também participou como membro da banca de defesa de dissertação de mestrado das ex-alunas - hoje mestras em Educação Tecnológica - Silvia Eugênia do Amaral e Maria de Fátima Marcelos, esta última atual coordenadora do GEMATEC e vice-líder do AMTEC (2009-2021). Além disso, também resultou na efetivação do pós-doutorado no exterior do professor Ronaldo Nagem, em 2007, na

universidade portuguesa, uma vez que a professora Conceição atuou como mentora nesse processo.

Dessa primeira parceria internacional de trabalho entre os pesquisadores também resultou na ampliação dos laços entre o PPGET/CEFET-MG e a Universidade do Minho, quando em 2016 o professor doutor Alexandre da Silva Ferry, também realizou seu Estágio Pós-Doutoral na mesma universidade, porém sob a mentoria da professora doutora Laurinda Sousa Ferreira Leite – que também visitou o GEMATEC em 2013. Cabe ressaltar que o professor Alexandre foi ex-aluno e orientando do professor Ronaldo no mestrado em Educação Tecnológica, membro do Grupo AMTEC desde 2006, atual docente e coordenador do PPGET/CEFET-MG, como também do GEMATEC, junto com a Ma. Maria de Fátima Marcelos.

A segunda presença em destaque se refere à visita, de forma voluntária, do Professor Dr. Michael Robert Matthews, da *University of New South Wale*, Austrália, na condição de *President, Inter-Divisional Teaching Commission of DHST/DLMPS of IUHPS*. O professor Michael teve conhecimento e interesse no grupo em decorrência do artigo *Comparative Structural Models of Similarities and Differences between Vehicle and Target in Order to Teach Darwinian Evolution*[7] de autoria da pesquisadora Maria de Fátima Marcelos e do professor Ronaldo, submetido e publicado em novembro de 2009 no periódico internacional *Science & Education*, da Editora *Springer*, do qual o professor Michael era editor chefe. Ressaltamos ainda que, posteriormente, os autores do artigo foram convidados e passaram a integrar a equipe de pareceristas do periódico.

Em oportunidade de uma visita acadêmica na UFMG, no ano de 2010, o professor Michael entrou em contato com o grupo para conhecer,

[7] Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-009-9218-2.

pessoalmente, o trabalho realizado e as instalações do GEMATEC no CEFET-MG, que se encontrava em uma ampla sala no Campus VI nesse período. Na oportunidade, o professor ministrou uma conferência no grupo com o tema *Pesquisa em História, Filosofia e Ensino de Ciências,* destacando o construtivismo como uma teoria e não uma metodologia. Ao regressar ao seu país, o professor manifestou seu reconhecimento em e-mail enviado ao professor Ronaldo, afirmando que "o grupo é um dos líderes mundiais de pesquisa na temática." (Tradução nossa)[8]. Na mesma época, solicitou um texto sobre o grupo de pesquisa AMTEC, intitulado *Study group of analogies, metaphors and models in science, education and technology*[9], que foi publicado como *Newsletter* no *site* da editora que possuía mais de 4.000 seguidores na data de publicação.



Registro de um almoço na época da visita ao GEMATEC do professor australiano Dr. Michael, à esquerda na foto, junto ao professor Ronaldo Nagem, à direita.
Fonte: Acervo pessoal do GEMATEC.

[8] Your own Belo Horizonte group is clearly one of the world leaders in the science teaching and learning part of this research. (E-mail disponível na íntegra em NAGEM, 2015, p. 22).

[9] http://ihpst.net/newsletters/sept2010.pdf

A proposta deste livro, portanto, está alicerçada em como o trabalho desenvolvido pelos grupos AMTEC e GEMATEC, ao longo desses anos, podem repercutir em diversas pesquisas e recursos pedagógicos, cognitivos, heurísticos e de inovação, de forma a reforçar o alargamento da rede de pesquisadores na referida área. Trata-se na tentativa de agrupar e sistematizar significados, conceitos, definições e classificações de analogias, metáforas e modelos, considerando possibilidades pedagógicas, históricas e críticas sobre o tema, bem como a sua aplicabilidade em contextos educacionais e culturais diversos. Além disso, o livro é uma forma de iniciar a implementação de um Centro de Referências e de Investigação em Analogias, Metáforas e Modelos na Tecnologia, na Educação, nas Ciências e Artes (CRIATECA).

Isso posto, o livro A&M 20 anos está organizado em três partes distintas, porém comunicantes. A primeira, intitulada *Guarda-Chuva de Ideias*[10], está composta por dois textos, o *Módulo I: A&M na Ciência, na Educação e em Outros Contextos e o Módulo II: Modelos, Dispositivo de Modelagem* e *Analogias*. Nesse sentido, *Guarda-Chuva de Ideias* tem como propósito apresentar uma síntese das ideias primordiais e das principais conceituações e aplicações a respeito da temática. Essa premissa acontece a partir da atualização do trabalho intitulado *Analogy and Model in the Teaching and Learning of Science: Philosophical and Educational Aspects* que vem sendo produzido desde 2011, porém ainda não publicado, mas que se configura como uma importante referência para diversas pesquisas e estudos dentro dos Grupos AMTEC e GEMATEC. O texto de *Módulo I* propõe introduzir o assunto sobre Analogias e Metáforas, em especial, a

[10] O título expressa a ideia conotativa de um texto "guarda-chuva" baseada na expressão Programa (ou Projeto) Guarda-Chuva, quando pesquisadores apresentam vários projetos dependurados a uma mesma perspectiva ou área de pesquisa. Esse projeto guarda-chuva, portanto, representa a base epistemológica do qual os demais projetos, ou propostas, se apoiaram.

partir da importância do raciocínio analógico para o campo científico e demais áreas, da discussão a respeito da relação entre concepção e conceito e da discussão sobre a polissemia de sentidos para esses termos, bem como a sua considerável presença em livros didáticos, especialmente para o Ensino de Ciências. O *Módulo II* enfatiza a temática dos Modelos, considerando a polissemia do tema, sua aproximação com as analogias e uma proposta de classificação das tipologias de modelo apresentadas, designada de Chave Sistemática Multiopcional. Além disso, lança mão da noção de Dispositivo de Modelagem, sua conceituação e caracterização.

A segunda parte do livro apresenta um compêndio de 10 artigos produzidos por pesquisadores ativos do AMTEC relacionados a projetos de pesquisa interinstitucionais, dissertações de mestrado, resultados de trabalhos científicos oriundos do Grupo e/ou das disciplinas ofertadas no Curso de Mestrado em Educação Tecnológica relacionadas à temática. O primeiro artigo, *O papel do Design na divulgação da ciência: O Projeto Animando o Ano da Luz,* como o próprio título revela, versa sobre um projeto coordenado pela professora Dra. Rita Ribeiro e desenvolvido por demais professores e pesquisadores da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) em parceria com o AMTEC, especialmente através da participação do professor Délcio Almeida, ex-aluno do PPGET, membro AMTEC e atual doutorando em Design na UEMG. O projeto visa realizar atividades educativas sobre o ensino de Astronomia para crianças relacionadas ao campo do Design, tais como a produção de *paper toys*, revista em quadrinhos e de vídeos animados.

O artigo *Comparação Analógica entre o Corpo Humano e uma Orquestra Musical: Possibilidades Pedagógicas para o Ensino de Biologia* é resultado da pesquisa de mestrado de Érica Dinorá orientada pelo professor Dr. Ronaldo Nagem e co-orientada pela professora de biologia, Dra. Leila Ortega. O trabalho apresenta uma proposta sistemática de

comparação presente na analogia entre o corpo humano e uma orquestra musical. Baseada no instrumental teórico e de análise denominado Teoria do Mapeamento Estrutural, de Drede Gentner (1983), o trabalho discute a utilização da analogia entre o corpo humano e a orquestra musical no contexto do ensino de Biologia.

O terceiro artigo *Produção e Aplicação de Modelos de Aprendizagem e STEAM Education* propõe uma reflexão sobre o processo de produção a aplicação de três modelos virtuais de aprendizagem para o ensino de Dança, a saber, os softwares *Monte o Esqueleto*, *Tipos de Articulações Sinoviais* e *Coordenação Motora* – a partir do conceito *STEAM Education*. Esses modelos foram produzidos durante duas pesquisas, uma de mestrado e outra de doutorado, defendidas pelo Programa de Pós-Graduação em Artes da UFMG sob a orientação do professor Dr. Maurício Gino, e se mantém em continuidade através do projeto de pesquisa de pós-doutorado da Dra. Siane Araujo, desenvolvido no PPGET junto ao AMTEC e em parceria com o projeto de Extensão em Game Design da UEMG.

O quarto artigo, *Analogias nas Ciências da Saúde*, é fruto de duas dissertações de mestrado dos pesquisadores Eliene Diniz e João Rodolfo Souza, defendidas no PPGET junto ao AMTEC, e versam sobre o uso de analogias em livros didáticos para o ensino de Enfermagem e de Fisioterapia. Nesse sentido, o trabalho apresenta uma proposta de unificação entre essas duas pesquisas a partir da elaboração de um sistema de classificação para analogias encontradas no campo das Ciências da Saúde. Esse sistema está representado por quadros que elucidam a categoria, tipologia e classificação, orientando, assim, a análise de algumas analogias dadas como exemplos muito concretos presentes na área.

O quinto artigo, *Jogo de Empresas como Modelo na Educação Gerencial,* também fruto da dissertação de mestrado de Suryam Lima no PPGET e AMTEC sob a orientação do professor Dr. Ronaldo Nagem e

coorientação da professora Dra. Raquel Quirino do mesmo programa, apresenta uma análise comparativa entre os jogos de empresa desenvolvidos ao longo de uma curso de educação gerencial e a realidade de uma atuação profissional. O resultado da pesquisa mostra que, de fato, esses jogos podem ser entendidos como modelos educativos para o exercício profissional pela similaridade com as situações vividas no cotidiano do mundo do trabalho.

O sexto artigo, *A Teoria do Mapeamento Estrutural das Analogias como referencial teórico para estudos e pesquisas no GEMATEC,* apresenta um apanhado das dissertações realizadas no PPGET utilizando a Teoria Mapeamento Estrutural (TME) como fundamentação de análise de analogias utilizadas no campo da Educação em Ciências. Essa teoria foi apresentada pelo professor Dr. Alexandre Ferry ao GEMATEC em 2015 e, desde então, é aplicada como referência para muitas pesquisas desenvolvidas no AMTEC. Foram catalogadas 10 dissertações defendidas utilizando a TME até o final de 2020.

O artigo sétimo, *Ciência e Comunidades – Desafios e Criatividade no Desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem Baseados em Modelos*, sintetiza o trabalho desenvolvido no projeto *O CEFET-MG, do Cabana do Pai Tomás ao Aglomerado da Serra: conexões entre ciência, tecnologia e educação (SOPHIA)*, financiado pela FAPEMIG em 2015, sob a coordenação da professora Dra. Cláudia França, também ex-aluna do PPGET/CEFET-MG e hoje professora da instituição. O projeto foi desenvolvido em parceria com o grupo AMTEC, em especial, por intermédio da professora Dra. Leila Ortega. No projeto, foram realizadas várias atividades educativas com crianças moradoras das comunidades Cabana do Pai Tomás e do Aglomerado da Serra, em Belo Horizonte, de forma a relacionar a Educação Artística com conhecimentos do Ensino de Ciências.

Em *Uma reflexão sobre o ensino de Ciências e o STEAM: a função da criatividade* os professores estrangeiros, Dra. Josefina Kalhil e Dr. César Ley, da Universidade do Estado do Amazonas, discutem a questão da criatividade dentro do modelo STEAM de educação, em especial quando voltado para o Ensino de Ciências. Os autores concluem que a criatividade é um importante componente não somente para o processo de formação profissional, como também para o desenvolvimento da personalidade dos sujeitos. Cabe ressaltar ainda que a professora Dra. Josefia Kalhil é Coordenadora e Docente do Doutorado em Redes de Ensino de Ciências da Amazônia do polo Manaus e uma importante parceira do Grupo AMTEC.

Os artigos nono e décimo que encerram essa parte, *O Raciocínio Lógico no Contexto da Ensino e da Aprendizagem* e *O Raciocínio Analógico no Contexto do Ensino e da Aprendizagem,* possuem a mesma autoria e representam duas pesquisas que as autoras de Tamires Batista e Marina Silva realizaram em função de uma atividade para a disciplina *REMODA*, ministrada pelo professor Ronaldo Nagem no ano de 2019. A intensão de inserir estes trabalhos nessa obra ocorre como uma forma de ampliar e dar continuidade aos assuntos tratados no texto de *Módulo I* da primeira parte, *Guarda-chuva de ideias*. Nesse sentido, o nono e décimo artigos apresentam uma consulta nas principais bases de dados científicas a fim de realizar uma revisão bibliográfica sobre cada assunto: o raciocínio lógico e o raciocínio analógico no campo do ensino e da aprendizagem.

Por fim, a terceira parte se refere a um catálogo de resumos de teses, dissertações e pesquisas de iniciação científica relacionadas às A&M desenvolvidas e defendidas por membros AMTEC desde sua criação até a presente edição desse livro. A proposta é apresentar um pouco da abrangência da temática em pesquisas diversas sobre distintos enfoques ao longo de sua história. Foram coletados 65 resumos com trabalhos relacionados às A&M relacionados às A&M e/ou que se relacionam com os

campos da Tecnologia, da Educação e da Ciência, fruto dos desdobramentos dos estudos realizados nos grupos AMTEC e GEMATEC ao longo desses anos. Desejamos a todos uma ótima leitura!

11

O raciocínio analógico no contexto de ensino e de aprendizagem

Marina Chaves Silva [1]
Tamires Sousa Batista [2]
Ronaldo Luiz Nagem [3]

Introdução

A construção do conhecimento é um processo contínuo que ocorre em distintos ambientes de aprendizagens. Nos ambientes de ensino formal, como escolas, cursos e faculdades, os professores e/ou instrutores lançam mão de diversos artifícios para transferir as informações aos estudantes e conduzi-los a uma aprendizagem bem-sucedida. Entre esses processos, um modelo de ensino comumente utilizado é pelo uso de analogias que podem ser empregadas intuitivamente sem se perceber os benefícios e malefícios associados. As analogias são comumente aplicadas para facilitar o entendimento entre algo já conhecido com outro algo desconhecido.

Segundo Gentner (1983), as analogias são comparações relacionais entre um domínio familiar (base) e um domínio desconhecido (alvo). Para Duarte (2005), a analogia não pressupõe a existência de uma igualdade simétrica, mas uma relação que é assimilada a outra relação, com a finalidade de esclarecer, estruturar e avaliar o desconhecido a partir do

[1] Bacharela e Licenciada em Física pela Universidade Federal de Minas Gerais. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica do CEFET-MG. E-mail: marinacsf11@gmail.com.

[2] Bacharela em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais. Bacharela em Design Gráfico pela- Universidade do Estado de Minas Gerais. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica do CEFET-MG. E-mail: tamiresb@ufmg.br.

[3] Professor Titular do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais.

que se conhece. O emprego de analogias no ensino deve ser realizado com cuidado, pois precisa conduzir os estudantes em direção ao correto entendimento do conhecimento transferido. Ao utilizar analogias, deve-se atentar às similaridades entre os objetos, mas também às suas diferenças e limitações conceituais. Ao realizar uma pesquisa sobre as restrições do uso de analogias no ensino de modelos atômicos, Souza et al. (2006) concluíram que os estudantes misturaram as comparações conceituais empregadas e as assimilaram como sendo os conceitos em estudo. Duarte (2005) destaca que é necessário dar atenção ao momento de uso desse tipo de recurso didático, pois corre-se o risco de a analogia ser interpretada como o conceito em estudo e criar concepções alternativas e errôneas, pelos estudantes, impactando negativamente na obtenção dos objetivos almejados.

Duit et al. (2001) notaram que os professores desejam que os estudantes entendam as relações analógicas que são claras a eles, não aos estudantes. Outro ponto relevante a ser avaliado é o conhecimento preexistente dos discentes, ao se utilizar de analogias sem a avaliação do entendimento deles sobre determinado tema, pode-se guiá-los a percepções incorretas.

Um exemplo lúdico que discorre da construção incorreta de analogias baseado nos conhecimentos preexistentes pode ser visto no livro Peixe é peixe, de Lionni (1998). Nessa história, o peixe faz amizade com um girino que se torna rã e sai para explorar o mundo. Quando retorna ao rio, o girino conta todas as experiências ao peixe que, por somente conhecer o mundo das águas, cria imagens dos seres da Terra análogas a peixes, construindo assim imagens mentais incorretas dos seres existentes na Terra. De acordo com Duit et al. (2001), "existe um risco subjacente de que os estudantes interpretem literalmente a analogia apresentada pelo professor ou autor e/ou estabeleçam relações não pertinentes entre os

domínios comparados, por imaginarem um encaixe perfeito entre o análogo e o alvo.

Para compreender o início e o desenvolvimento dos modelos sobre o pensamento analógico, denota-se que suas origens coincidem com o surgimento do homem como um ser racional. As primeiras teorias sobre as analogias e metáforas emergiram na Grécia antiga, com Aristóteles (século IV a.C.) e seu uso era considerado a marca dos gênios (GUIMARÃES et al., 2020). Diversas teorias foram formuladas para caracterizar o raciocínio analógico. Com o intuito de investigar o seu funcionamento em duas vias, Ferry e Nagem (2015) descreveram uma revisão de modelos sobre a construção do raciocínio analógico. A fim de elucidá-los, citaremos alguns deles no presente estudo.

Partindo do conceito de que o raciocínio analógico se dá por meio da relação do domínio análogo com o alvo (*target*), os modelos de Clement (1993) e Duit et al. (2001) foram desenvolvidos, a relação analógica entre o análogo e o alvo foi simbolizada por linhas pontilhadas. Nesse sentido, a representação ininterrupta nessas linhas significa que nem sempre a relação é atingida. O modelo de Duit et al. (2001) inclui o contexto em que a analogia está sendo processada como parte do processo.

González (2005) declarou que a construção de um conceito científico perpassa pela construção de um modelo mental construído pelas percepções do discurso e da imaginação que se aprimora à medida que mais conhecimentos são adquiridos. Processo facilitado com o oferecimento de um modelo análogo. A analogia é configurada como processo da comparação do análogo e do alvo com o estabelecimento de relações de similaridade denominadas como trama de relações ou relação analógica formadoras da estrutura da analogia. Os seus estudos mais recentes denominam como componentes os elementos do análogo e do alvo, e, como nexos a conexão entre eles. Ainda segundo González (2005),

não é atingida uma totalidade dos nexos, sempre haverá nexos que não são semelhantes e não serão úteis à analogia.

Outro modelo citado por Ferry e Nagem (2015) foi o de Mozzer (2008). Para essa autora, o raciocínio analógico é relacional, tendo como produtos analogias ou similaridades literais. Sua teoria estabelece que durante o raciocínio analógico ocorre um mapeamento estrutural com o propósito de encontrar correlações entre o análogo e o seu alvo. Uma importante abordagem dessa teoria é a diferenciação de como se processa o raciocínio analógico dos professores e dos estudantes. Para a pesquisadora, o raciocínio analógico dos professores é pautado nos conhecimentos pedagógicos e de conteúdo, já o dos estudantes é pautado em conhecimentos cotidianos e escolares.

Pesquisas Atuais sobre o Raciocínio Analógico no Ensino

Para a elaboração desta pesquisa, foi realizado um levantamento bibliográfico por meio da busca de periódicos em três diferentes bases de conhecimento. As buscas foram realizadas no Portal de Periódicos da Coordenação para o Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), na base de dados *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e no Google Acadêmico. A pesquisa teve por objetivo investigar os mais recentes estudos que empregam e analisam o raciocínio analógico como recurso no ensino. O levantamento bibliográfico utilizou a combinação das palavras-chave raciocínio analógico ou analogia com a palavra-chave ensino, sendo considerados os artigos de grande relevância publicados no período de 2015 a 2020 que abrangessem diferentes áreas do conhecimento.

As publicações foram selecionadas pelos títulos e pelas palavras-chave, que deveriam constar o termo completo raciocínio analógico ou analogia e a palavra ensino. Foi realizada a leitura dos resumos disponíveis

e excluído um artigo que apresentava apenas o resumo. Foram selecionados 18 artigos no total. Os trabalhos selecionados foram lidos na íntegra, mapeados e categorizados de acordo com o objetivo e o foco de análise das investigações, com o intuito de verificar as condições e o contexto de associação entre o raciocínio analógico e as analogias com o ensino e a aprendizagem.

Na primeira categoria denominada Analogias utilizadas por professores foram encontrados seis trabalhos que apresentam investigações sobre a relação de professores com as analogias no contexto de ensino. Nessa categoria as abordagens relacionam-se a concepções de professores sobre as analogias, dificuldades encontradas pelos docentes no uso desse recurso, articulação entre formação dos professores e os saberes necessários para o ensino com analogias, limitações no uso do raciocínio analógico em sala de aula, e ao papel comunicativo das analogias.

A categoria Material e sequência didática para professores teve um total de quatro artigos sobre propostas de sequências de ensino de conteúdos de ciências, utilizando as analogias como recurso didático. Alguns desses trabalhos ainda aplicaram e avaliaram a sequência didática proposta com a intenção de analisar a aprendizagem dos estudantes.

A terceira categoria, Revisão da Literatura, com quatro trabalhos selecionados, apresentou revisões bibliográficas, buscando identificar como as analogias estão sendo utilizadas no ensino de ciências, bem como fazer o mapeamento das linhas investigativas nas pesquisas em educação quanto ao emprego de analogias em contextos didáticos.

Na quarta categoria Análise de analogias em material didático, foram encontrados dois artigos sobre as analogias em livros didáticos.

A quinta categoria, Analogias elaboradas por estudantes; e a sexta categoria, Ferramenta para análises de analogias, apresentaram um trabalho cada uma. O primeira sobre a elaboração de comparações de

estudantes, e o segunda sobre o desenvolvimento de um software para auxiliar na construção do mapeamento estrutural e nas análises de comparações de analogias e seu processo de análise estrutural e sistemática.

O detalhamento dos artigos obtidos e organizados nas categorias descritas será realizado nos tópicos que se seguem:

1 Analogias utilizadas por professores

O objetivo do trabalho de Araújo et al. (2015) foi analisar as falas de um professor de química que utiliza modelos moleculares para fazer analogias sobre os conceitos de simetria molecular e luz polarizada durante uma aula sobre isomeria óptica. A metodologia adotada pelos autores, para obtenção dos dados de análise, foi a gravação da aula do professor e a observação da interação entre os alunos e o professor durante a aula. O foco principal das gravações foram os momentos quando o docente utiliza analogias em sua fala e apresenta alguns modelos pedagógicos, representando as moléculas trabalhadas durante a apresentação do conteúdo. Foram transcritos os momentos da gravação que o professor utiliza as analogias, as reações e as respostas dos alunos. Para a análise, os trechos transcritos, foram separados em três episódios: o primeiro trata-se de uma revisão feita pelo professor quanto aos temas de isomeria plana e isomeria geométrica, relembrando os conceitos abordados em outras aulas por meio de analogias e metáforas; o segundo é quando o professor utiliza analogias para abordar o conceito de luz polarizada e apresenta à turma os modelos moleculares; o terceiro refere-se ao momento que o professor utiliza os modelos, empregando metáforas, para trabalhar os conceitos de simetria e assimetria molecular. Os dados obtidos indicaram que as analogias utilizadas pelo professor poderiam ter sido mais bem exploradas, apesar de esse recurso ter contribuído para a

interação com os alunos. Além disso, a ausência de esclarecimentos e problematização não permitiu afirmar em que medida as analogias contribuíram para a aprendizagem dos estudantes. Diante disso, Araújo et al. (2015) reforçaram sobre a necessidade de os professores sistematizarem o uso das analogias no ensino, a fim de que a apliquem de forma consciente sobre seus limites e possibilidades.

Santana et al. (2017) desenvolveram uma pesquisa com o objetivo de compreender as concepções de professores sobre as analogias. O artigo relatou um trabalho em construção, possuindo resultados apenas de sua primeira fase. A metodologia utilizada, de natureza qualitativa, foi o estudo de caso realizado em Itapipoca, cidade da região norte do Ceará, por meio de questionários aplicados a dois professores de ciências biológicas e dois de química. Os resultados evidenciaram que nem todos os professores compreendiam o que eram analogias, nem tiveram, em suas formações acadêmicas, disciplinas que abordassem o tema, porém afirmavam utilizá-las em rotinas de ensino de sala de aula. Outra constatação foi que apenas dois professores verificaram o entendimento dos estudantes perante o uso das analogias. O estudo indicou a dificuldade que os professores tinham em utilizar analogias, e a carência da formação sobre o tema, o que pode ocasionar o seu uso de forma intuitiva e não sistemática, acarretando em uma construção de erros conceituais e inconsistências.

Almeida e Diniz (2018) discutem os desafios para articulação entre a formação de professores de ciências e o ensino pelo raciocínio analógico e defendem a formação e a prática reflexiva, no intuito de superar o uso espontâneo de analogias no ensino de Ciências. Inicialmente os autores apresentaram um contexto sobre a formação de professores dentro da área de Educação e, posteriormente trataram da formação de professores para o ensino de ciências. Diante disso, as pesquisas de Almeida e Diniz (2018) apresentaram a linguagem analógica no ensino de ciências e a

relação do uso dessa linguagem com a formação de professores. O ensaio teórico expôs saberes necessários para que professores ensinassem, por meio de analogias, o que poderia ser obtido durante a formação desses profissionais. De acordo com Almeida e Diniz (2108), o professor deveria reconhecer as analogias e o que fazer diante delas, além de saber comunicar o conteúdo e o recurso analógico utilizado, mas, para isso, é necessário ser instruído durante a sua formação. O fato de os professores não receberem uma instrução formal de como utilizar as analogias no ensino de ciências, contribuiu para que usassem esse recurso de modo espontâneo e não reflexivo, o que acarreta em prejuízos para a aprendizagem dos estudantes. Por fim, Almeida e Diniz (2018) defenderam que a formação dos professores deveria ser colaborativa, para que, em equipe pudessem avaliar e questionar as analogias utilizadas no contexto de ensino.

Compreender os limites e as limitações do uso de analogias no ensino do equilíbrio químico sob a ótica de abordagem histórico-cultural foi o objetivo do trabalho realizado por Dotti (2018). O autor utilizou como metodologia a gravação e transcrição de áudios de aulas sobre as velocidades das reações de equilíbrio químico, e a aplicação de um teste de cinco questões para investigar o entendimento dos conceitos abordados. A partir das transcrições, ele analisou as limitações, as contribuições e a mediação desenvolvida pelo professor. O resultado do teste foi um percentual de acerto de mais de 60% nas questões (cerca de 68% de aproveitamento), e a observação das aulas indicou um comportamento mais ativo dos estudantes. Segundo o pesquisador os resultados não indicam necessariamente que o estudante aprendeu os conceitos por meio da analogia, mas que ela proporcionou maior participação e interação por promover uma aproximação com o conceito desenvolvido. Desse modo, Dotti (2018) evidenciou que, nesses momentos de sala de aula, é de

fundamental importância a mediação do professor, para que seja possível ir além da simples comparação para proporcionar uma construção do conhecimento bem-sucedida.

O estudo de Maggi e Ramos (2018) teve como objetivo refletir sobre a relação entre os critérios de concepção de uma analogia, segundo a Metodologia de Ensino com Analogias - MECA (NAGEM; CARVALHAES; DIAS, 2001), as técnicas de comunicação, e os critérios de textualidade, buscando compreender se as analogias cumprem um papel comunicativo e significativo no processo de ensino em sala de aula. Os autores apresentaram o conceito de analogia, os critérios de textualidade e discutiram se as analogias poderiam ser consideradas um texto. Além disso, ressaltaram a importância de se empregar de forma sistemática e coerente as analogias como um recurso para o ensino, de forma a proporcionar uma comunicação efetiva entre professores e alunos, sem ruídos. Como resultado do estudo, inferiram haver uma relação de similaridade entre os requisitos para o desenvolvimento de uma analogia propostos pela MECA e os critérios de textualidade. Assim, no processo de ensino, uma analogia só pode ser considerada um texto se cumprir seu papel comunicativo de facilitar o entendimento do estudante diante do conteúdo exposto pelo professor.

Guimarães et al. (2020) desenvolveram uma pesquisa com o objetivo de verificar quais as concepções os professores de química, egressos Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, possuíam sobre analogias e qual seria, para eles, a sua utilidade no ensino. A metodologia escolhida pelos autores foi qualitativa instrumentada na ferramenta do estudo de caso, sendo dividida em quatro etapas: exploratória, elaboração, aplicação e análises e conclusões. A fase exploratória consistiu em uma pesquisa bibliográfica em livros e artigos, além das obras do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) (2018-2020). Com objetivo de analisar as analogias

no ambiente escolar, a elaboração compreendeu a produção de um questionário online e de um roteiro de entrevista semiestruturada. A aplicação ocorreu depois dos professores abordados terem encerrado o seu curso de pós-graduação. As análises foram realizadas à luz da Análise Textual Discursiva (ATD) proposta por Moraes e Galiazzi (2011). Os resultados obtidos demonstraram que nem todos os professores compreendiam claramente o conceito de analogia e sua distinção da metáfora, mas entendiam ser um recurso didático potencial que auxilia no processo do ensino e aprendizagem. Os professores relataram ainda possuir uma percepção das vantagens e limitações no uso de analogias. Ao fim do estudo, Guimarães *et al.* (2020) ressaltaram a importância da inserção da temática nos cursos de formação de professores, a fim de evitar o uso indiscriminado e incorreto de analogias.

2 Material e sequência didática para professores

Elaborar uma sequência didática e apurar as suas contribuições na aprendizagem do equilíbrio químico foi o objetivo do trabalho de Silva e Mozzer (2015). A sequência desenvolvida pelos autores foi baseada em analogias e modelagem com o intuito de abordar os aspectos quantitativos do tema proposto. Metodologicamente o projeto foi dividido em três etapas. Na primeira etapa, as definições de analogia foram apresentadas ao estudante com a intenção de prepará-lo conceitualmente. Na segunda etapa, foram estudados os princípios de reversibilidade das reações. Na terceira etapa, foram retratadas a coexistência de reagentes e produtos e a dinamicidade do equilíbrio. Durante as etapas dois e três, seriam exibidos vídeos de reações que demonstrassem os comportamentos dos conceitos abordados. Ao final das etapas dois e três seria proposto aos estudantes que elaborassem uma explicação do ocorrido e contrastassem com os modelos e as analogias iniciais, a fim de que pudessem elaborar novos

modelos e analogias. Como atividade piloto, a sequência elaborada foi aplicada a um estudante de graduação da área de Ciências Sociais durante cinco encontros. O estudante analisado demonstrou que, depois do contato com a sequência, assimilou os conceitos de reversibilidade e coexistência de reagentes e produtos, porém teve dificuldade com a dinamicidade da reação. À mostra disso, Silva e Mozzer (2015) concluíram que a proposta pode oferecer benefícios de aprendizagem sendo fundamental a elaboração e aplicação de atividades semelhantes junto aos professores.

O objetivo do trabalho de Andrade e Mozzer (2017) foi apresentar uma sequência didática sobre o uso de pesticidas fundamentada em uma modelagem analógica com o intuito de discutir as suas potencialidades. As autoras basearam-se na proposta de Mozzer e Justi (2009), em relação às etapas da modelagem analógica (criação, expressão, teste e avaliação) para a elaboração de uma sequência didática sobre uma situação-problema. A séria criada teve omo tema o uso de pesticidas e continha nove atividades para serem aplicadas em quatorze aulas. A proposta, pensada para turmas do segundo ano do ensino médio, foi criada para ser desenvolvida em grupos de cinco alunos que deveriam elaborar um parecer técnico referente a uma situação-problema sobre o uso ou não de pesticidas no combate ao mosquito Aedes aegypti, com base na avaliação de sua eficiência e de seus efeitos tóxicos. Andrade e Mozzer (2017) acreditavam que sequências didáticas que envolviam modelagem analógica, como a atividade proposta no artigo, poderiam auxiliar os estudantes no entendimento de conceitos científicos, além de contribuir para o desenvolvimento de habilidades argumentativas e o trabalho em equipe.

Conforme exposto anteriormente, Mozzer e Justi (2009) propuseram etapas que pudessem ser usadas para guiar o desenvolvimento de atividades de modelagem analógica no ensino de ciências, e, em outro trabalho, publicado em 2018, desenvolveram uma sequência de ensino

sobre dissolução fundamentada na modelagem analógica. Primeiramente, Mozzer e Justi (2018) explanaram sobre o Modelo de Modelagem que envolvia ciclos recorrentes de criação, expressão, testes e avaliação de modelos, sendo etapas para a elaboração de atividades fundamentadas em modelagem. A partir dessas etapas, foi elaborada, aplicada e analisada uma sequência didática sobre o processo de dissolução, com o objetivo de investigar como as atividades de modelagem analógica poderiam contribuir para que estudantes de ciências vivenciassem os subprocessos do raciocínio analógico. A sequência de didática foi aplicada em uma turma do primeiro ano do ensino médio e a coleta de dados, realizada em sala de aula, foi composta por atividades escritas e fotos dos modelos produzidos pelos estudantes, além das anotações de campo das pesquisadoras, integrando-se ao estudo de caso de cada um dos grupos de alunos. Os resultados evidenciaram que as atividades construídas com base na modelagem analógica favoreceram o desenvolvimento de capacidades relacionadas ao raciocínio analógico como mapeamento explícito de relações de similaridade, inferências sobre o alvo resultantes do mapeamento, avaliação das similaridades e diferenças e possível reformulação da comparação, e generalização das inferências.

A pesquisa de Oliveira, Araújo e Guimarães (2020) teve por objetivo desenvolver e testar um guia didático para professores fundamentado nas quatro analogias referentes ao ensino das células mais utilizadas nos livros didáticos de biologia do PNLD. A construção do guia foi baseada no recurso didático conhecido como guia FAR (Foco, Ação, Reflexão). Nesse trabalho de caráter metodológico qualitativo, na primeira parte do guia havia uma explicação geral das analogias e do papel delas no ensino de ciências juntamente com a enumeração dos pontos positivos e negativos do seu uso, além de uma breve explicação do guia FAR. A segunda parte trazia as orientações direcionadas aos professores em como utilizar as quatro

analogias mais frequentes sobre a célula. O guia foi analisado por 54 estudantes da graduação em Ciências Biológicas – Licenciatura da Universidade de Brasília, por meio de questionários, gravações de depoimentos dos participantes e anotações. Os estudantes responderam cinco perguntas sobre a clareza e funcionalidade de cada fase do guia. Nesse questionário continham espaços para comentários e sugestões relacionados a alterações e melhorias. Os entrevistados avaliaram como propício o uso do guia FAR e apontaram algumas considerações referentes às limitações conceituais sobre o uso das analogias. Além disso, inseriram indicações sobre a necessidade de se empregar analogias com cautela para evitar erros de interpretação ou desenvolvimento de conceitos alternativos pelos estudantes. Um outro ponto relevante elencado foi a realização de uma checagem da familiaridade do estudante com a analogia empregada.

3 Revisão da literatura

O artigo de Lima e Ricardo (2015) teve como objetivo apresentar uma revisão bibliográfica sobre produções acadêmicas que relacionavam física e literatura, identificando como o ensino de física poderia ser facilitado por recursos literários como as analogias e metáforas. Para isso, primeiramente, os autores se detiveram à concepção de literatura, para o levantamento bibliográfico, considerando-a como "[...] trabalhos que envolvam a leitura, a escrita, a interpretação textual, o papel da divulgação/ficção científica, bem como o uso de analogias e metáforas no ensino de ciência/física" (LIMA;RICARDO, p. 579). Diante do sentido definido para literatura, Lima e Ricardo (2015) realizaram uma busca em periódicos e atas de encontros e congressos, considerando o período do final do século XX até o ano de 2015. Os trabalhos encontrados foram separados em três categorias: a leitura no ensino de ciências/física, o papel da divulgação científica no ensino de ciências/física, e a analogia e a

metáfora no ensino de ciências/física, com pesquisas que apresentaram as analogias e metáforas como potenciais didáticos no ensino de física. Nessa última categoria, as pesquisas encontradas trataram das analogias como facilitadoras para a aprendizagem de conteúdos de física, apresentando-se como uma possibilidade didática ao ensino dessa disciplina. Os autores dos trabalhos encontrados na revisão concordaram que houve melhoria da aprendizagem em ciências com o uso das analogias, tratando-as como uma ferramenta de pensamento capaz de permitir que o estudante compreendesse um conteúdo por meio de um conhecimento anterior. Lima e Ricardo (2015) reconheceram que existiam divergências teóricas quanto ao uso de analogias para o ensino, mas não trataram sobre os malefícios, por não ser o objetivo da pesquisa.

Mozzer e Justi (2015) realizaram uma revisão de literatura nacional e internacional cujos objetivos foram: diferenciar o uso de analogias de outros recursos didáticos; evidenciar e discutir seus fundamentos teóricos no ensino; e discutir criticamente as estratégias do uso de analogias como ferramenta de ensino. A metodologia utilizada pelas autoras aborda e lista os aspectos do uso das analogias e de outros recursos didáticos, dentre eles o uso de modelos, similaridades literais, comparações de mera aparência, metáforas e alegorias. As pesquisadoras também elencaram os tipos de analogias (simples enriquecidas e estendidas), formas de expressão de analogias (verbal e verbal-visual), uso de analogias (pelo professor ou material instrucional e pelos estudantes) e estratégias instrucionais do uso de analogias (modelo TWA, o guia FAR e *Bridging analogies*). Toda a discussão foi pautada em exemplos e artigos de autores que se dedicaram a pesquisar o assunto. Ao final do trabalho, as pesquisadoras concluíram que o uso de analogias deveria ser realizado e orientado de forma explícita, com a participação ativa dos estudantes; o análogo deveria ser familiar ao estudante, para facilitar a compreensão do que estava sendo ensinado; e

que uso de representações visuais facilitavam a realização das comparações entre os domínios. Uma outra constatação decorreu da necessidade de os professores receberem um treinamento formal, para a aplicação de analogias no ensino, a fim de que seu uso não se tornasse ineficaz.

Rosa et al. (2015) realizaram uma revisão bibliográfica com a intenção de identificar como as analogias estavam sendo utilizadas no ensino de física, e, a partir disso, compreender como essa ferramenta didática poderia ser utilizada para contribuir com o processo de ensino e aprendizagem. Na coleta de dados, os autores buscaram pelo termo analogia em periódicos nacionais da área de ensino de física/ciências disponíveis online e classificados como *Qualis* A1, A2 e B1 do sistema da Capes, no período de 2004 a 2013. Como critério de seleção, a palavra analogia deveria constar no título, nas palavras-chave ou no resumo, sendo excluídos os artigos que não tratavam sobre o ensino de física. Os dezessete trabalhos selecionados foram classificados em seis categorias – Conceitos e fundamentos; Relações entre fenômenos; Analogias centradas no aluno; Analogias centradas no professor; Analogias com simulação computacional; e Figuras de linguagem – de acordo com a essência das analogias no seu contexto, ou seja, a forma como as analogias foram analisadas nas investigações. Após o estudo de revisão, os autores concordaram que as analogias, quando utilizadas de forma coerente e correta, podiam ser facilitadoras da aprendizagem, superando a falta de interesse dos estudantes pela física.

Buscando mapear as linhas investigativas nas pesquisas em educação quanto ao emprego de analogias em contextos didáticos, Santos e Santana (2018) fizeram uma busca de artigos publicados no período de 2000 a 2016 nos anais do Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBio), do Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino (ENDIPE) e do

Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino em Ciências (ENPEC). O objetivo da investigação foi quantificar as publicações referentes ao uso de analogias em contextos didáticos e mapear as linhas investigativas nas pesquisas educacionais. Para isso, foi realizada a leitura dos sumários dos anais, identificando pelo título dos trabalhos se eles tinham como foco o estudo de analogias em contextos de ensino e aprendizagem.

As 92 publicações selecionadas foram organizadas em seis categorias por linha de pesquisa: Utilização e exploração didáticas de analogias (35 trabalhos); Analogias em manuais escolares (27 artigos); Analogias na prática dos professores de ciências (10); Analogias e as concepções de professores sobre o seu papel no processo de ensino-aprendizagem (8); Analogias e os estudos de revisão (4); Analogias e ensino (12). Foram analisadas as terminologias associadas à analogia que se apresentavam nos trabalhos da revisão da literatura, bem como as contribuições e limitações referentes ao uso das analogias como ferramenta didática no ensino de ciências. Santos e Santana (2018) concluíram que o emprego de analogias em situações de ensino era visto como uma concepção de ensino construtivista que favorecia o processo de formação do aluno, permitindo maior autonomia e criticidade.

4 Análise de analogias em material didático

Realizar um estudo comparativo das analogias encontradas nos livros didáticos do ensino superior de química orgânica e físico-química foi o objetivo do trabalho de Gonçalves e Da Silva Julião (2016). O desenvolvimento do estudo contou com duas etapas metodológicas. Na primeira, os livros selecionados foram lidos em sua íntegra, para localizar as analogias em seu conteúdo, enquanto na segunda,as analogias foram classificadas de acordo com o sistema adaptado de Curtis e Reigeluth (1984). A pesquisa analisou seis obras e localizou um total de 277 analogias

com uma média de 46,1 analogias por livro. Os pesquisadores observaram uma baixa frequência da discussão das limitações das analogias, sendo que, das 277, apenas quatro identificavam as limitações de seu uso. Ao término do artigo, os autores analisaram a preponderância no uso de analogias simples, o que poderia facilitar a indução a erros conceituais devido à pouca similaridade entre os domínios. A falta do reconhecimento das limitações de uso transfere a responsabilidade ao professor ou ao estudante de notarem suas deficiências relativas.

O artigo de Model e Romero (2017) teve por objetivo analisar o uso de analogia no livro didático Química 1, de Martha Reis Marques da Fonseca, Editora Ática, parte integrante do PNLD/2015. O percurso metodológico iniciou-se com a leitura completa do exemplar, seguido da identificação das analogias contidas em seu conteúdo. Com base nas analogias encontradas, foi realizada uma análise de acordo com metodologia proposta por Thiele e Treagust (1994) e adaptada por Bernardino, Rodrigues e Bellini (2013). Foram encontradas um total de quinze analogias, no livro, que foram classificadas segundo a relação analógica. Model e Romero (2017) concluíram que foi predominante o uso de analogias simples com baixo nível de exploração dos conteúdos, podendo impactar em uma formação errônea dos conceitos pelos estudantes.

5 Analogias elaboradas por estudantes

Cirino et al. (2020) tiveram como objetivo investigar a elaboração de comparações realizada por crianças de 3 a 11 anos na explicação do processo de dissolução. A pesquisa foi efetuada em uma escola particular de Belo Horizonte, os dados foram coletados por meio de entrevistas semiestruturadas. As entrevistas seguiram um roteiro estabelecido previamente com perguntas elaboradas de acordo com a idade dos

entrevistados. Foi solicitado a cada criança que elaborasse comparações para explicar o comportamento dos sistemas giz e água e suco em pó e água. Depois de ouvir as comparações, Cirino et al. (2020) pediram que as crianças explicitassem as correspondências e as diferenças entre o análogo escolhido e os sistemas giz + água e suco + água. De acordo com as autoras, os resultados evidenciaram que a maioria das comparações estabelecidas foi do tipo mera aparência, com foco em aspectos superficiais, e que poucas crianças fizeram comparações do tipo similaridade literal e analogia. A análise do processo de elaboração de comparações também forneceu evidências de que as experiências vivenciadas pelas crianças determinam o tipo de comparação que elas eram capazes de estabelecer. Por fim, Cirino, Oliveira e Mozzer (2020) destacaram a importância da formação continuada dos professores, para que possam favorecer a aprendizagem e a significação do conhecimento científico por meio da potencialidade oferecida pelas analogias.

6 Ferramenta para análises de analogias

O objetivo do artigo de Barbosa e Ferry (2018) foi apresentar o desenvolvimento do software MAPES – focado nos aspectos estruturais das analogias – que auxilia na construção do mapeamento estrutural e das análises de comparações de analogias e seus processos de análise estrutural e sistemática. A ferramenta utiliza a reapropriação do padrão de representação de Ferry (2016) e Ferry e Paula (2017) que foram modeladas computacionalmente para gerar o sistema MAPES. A metodologia do desenvolvimento seguiu seis etapas: compreensão dos procedimentos de construção do mapeamento estrutural das analogias; levantamento de requisitos e definição de funcionalidades; construção do banco de dados; codificação; validação; relato dos procedimentos. Ao final da produção do software os autores obtiveram resultados consistentes

para os mapeamentos realizados em comparação com os mapeamentos de teste, entendendo então esse software como um recurso adequado no auxílio para os estudos de analogias aplicadas no ensino e pesquisa.

Considerações Finais

Mesmo sem trazer aspectos mais profundos sobre o que se trata o raciocínio analógico e como ele funciona, foi possível perceber, por meio desta revisão da literatura, a importância das analogias para o ensino de conceitos científicos e de conteúdos abstratos, bem como para o desenvolvimento de competências nos estudantes como a avaliação das similaridades e diferenças, formulação de comparações e compreensão de um conteúdo por meio de um conhecimento anterior.

Observamos nos trabalhos uma preponderância de pesquisas sobre analogias no contexto de ensino de conteúdos de ciências (física, química e biologia) e destacamos a contribuição para a temática investigada por Mozzer seja como autora seja como coautora de cinco publicações encontradas.

Assim como os autores encontrados na revisão, ressaltamos a necessidade de sistematização no uso das analogias como ferramenta de ensino, de forma que os docentes a façam de forma consciente sobre seus limites e possibilidades. Revela-se ainda a importância da formação inicial e continuada dos professores, para que consigam ressignificar o processo de ensino e aprendizagem por meio das analogias.

Referências

ALMEIDA, H. A. de; DINIZ, R. E. da S. Formação de professores de Ciências e o ensino com Analogias: superação da espontaneidade por meio de uma formação colaborativa. **Revista Valore**, v. 3, p. 521-532, dez. 2018.

ANDRADE, G. M. P. C; MOZZER, N. B. Proposta de uma sequência didática sobre o uso de pesticidas fundamentada na modelagem analógica. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 1-8 2017.

ARAÚJO, R. S.; MALHEIRO, J. M. S.; TEIXEIRA, O. P. B. Uma Análise das Analogias e Metáforas Utilizadas por um Professor de Química Durante uma Aula de Isomeria Óptica. **Química. Nova Escola.**, v. 37, n. 1, p. 19-26, fev., 2015.

BARBOSA, W. V., FERRY, A. S. Concepção de um software para mapeamento estrutural de analogias empregadas no ensino de ciências. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC)**, v. 4, n. 8, 2018.

CIRINO, C. M.; OLIVEIRA, T. M. A.; MOZZER, N. B. Elaboração de comparações por crianças para explicar o processo de dissolução. **Ciências & Cognição**, v. 24, n. 2, 2020.

CLEMENT, J. J. Using bridging analogies and anchoring intuitios to deal with student's preconceptions in physics. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 30, n.10, 1993.

CURTIS, Ruth V.; REIGELUTH, Charles M. The use of analogies in written text. **Instructional Science**, v. 13, n. 2, p. 99-117, 1984.

DOTTI, M. Analogia e mediação docente no processo de ensino e aprendizagem de equilíbrio químico. **Educação Química en Punto de Vista**, v. 2, n. 2, 2018.

DUARTE, Ma. C. Analogias na educação em ciências: contributos e desafios. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 1, 2005.

DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science Education**, v.75, n. 6, p. 649-672, 1991.

DUIT, R.; ROTH, W.M.; KOMOREK, M.; WILBERS, J. Fostering conceptual change by analogies between Scylla and Charybdis. **Learning and Instruction**, v. 11, p. 283-303, 2001.

FERRY, A. S. Análise estrutural e multimodal de analogias em uma sala de aula de química. **Tese de Doutorado** – FaE/UFMG – Belo Horizonte, MG, 2016.

FERRY, A. S.; PAULA, H. F. Mapeamento estrutural de analogias enunciadas em uma aula sobre cinética química. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 23, n. 1, p. 29-50, 2017.

GENTNER, D. Structure-mapping: a theoretical framework for analogy. **Cognitive Science**, v. 7, n. 2, p. 155-170, 1983.

GUIMARÃES, R. A. P.; OLIVEIRA, K. S.; RIBEIRO, M. T. D. Concepções sobre Analogias no Discurso de Professores de Química. **Educação Química en Punto de Vista**, v. 4, n. 1, 2020.

GONÇALVES, J. M.; DA SILVA JULIÃO, M. S. Analogias em livros didáticos destinados ao ensino superior: **Química orgânica versus. Físico-Química. Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, n. 3, p. 92-108, 2016.

GONZÁLEZ, B. M. El modelo analógico como recurso didáctico en ciencias experimentales. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 37, n. 2, p. 1-15, 2005.

LIMA, L. G. de; RICARDO, E. C. Física e Literatura: uma revisão bibliográfica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 577-617, dez. 2015.

LIONNI, Leo: **Peixe é peixe**. Tradução Mônica Stahel. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

MAGGI, A. C.; RAMOS, I. de J. Uma análise sobre a relação entre os critérios de textualidade e a elaboração de analogias no processo de ensino aprendizagem. **REVES - Revista Relações Sociais**, v. 1, n. 4, p. 661-672, 2018.

MODEL, A. N.; ROMERO, A. L. Analogias em livros didáticos de química: análise de uma das obras aprovada pelo PNLD/2015. **Enseñanza de las ciencias**: revista de investigación y experiencias didácticas, (Extra), p. 387-392, 2017.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011.

MOZZER, N. B. **O ato criativo de comparar: um estudo das analogias elaboradas por alunos e professores de ciências**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

MOZZER, N. B.; JUSTI, R. Introdução ao tema dissolução através da elaboração de analogias pelos alunos fundamentada na modelagem. **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciências**. Anais. Florianópolis: ABRAPEC, 2009.

MOZZER, N. B.; JUSTI, R. Modelagem Analógica no Ensino de Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 1, p. 155-182, 2018.

MOZZER, N. B.; JUSTI, R. 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 Ciência**, v. 15, n. 1, p. 123–147, 2015.

NAGEM, R. L.; CARVALHAES, D.; DIAS, J. A. Uma proposta de metodologia de ensino com analogias. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 14, n. 1, p. 197-213, 2001.

OLIVEIRA, I. T.; ARAÚJO, C. M. Y.; GUIMARÃES, Z. F. S. Analogias sobre célula nos livros didáticos de biologia: um recurso de ensino elaborado a partir do guia FAR. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 2, p. 8414-8429, 2020.

ROSA, C. T. W. da; CARDOSO, M. F.; DARROZ, L. M. Analogias em Física presentes nos periódicos nacionais na área de ensino. **Imagens da Educação**, v. 5. n. 3, p. 10-18, 2015.

SANTANA, I. C. H.; SANTOS, F. A.; FEITOSA, E. M. A.; LIMA, J. C. T. Analogias, concepções e uso na sala de aula: um estudo de caso acerca do tema. **XI Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências–XI ENPEC**. Anais. Florianópolis, 2017.

SANTOS, F.; SANTANA, I. Investigando as pesquisas sobre analogias: o que mostram os anais dos encontros de ensino de ciências? **Educação (UFSM)**, v. 43, p. 4, p. 757-772, 2018.

SANTOS, S. C. S. 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. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 2, p. 80-97, 2020.

SILVA, T. A.; MOZZER, N. B. Conjugando modelagem e analogia no ensino de equilíbrio químico. **XX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**. Anais. Águas de Lindóia: ABRAPEC, p. 1-8, 2015.

SOUZA, V. C. A.; JUSTI, R. S; FERREIRA, P. F. M. Analogias utilizadas no ensino dos modelos atômicos de Thomson e Bohr: uma análise crítica sobre o que os alunos pensam a partir delas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.11, n.1, p. 7-28, 2006.